

MANUAL DE CRIMINALÍSTICA



MANUAL N° 006-2026
RCG N° 400-2026-CG PNP/COMOPPOL.

APROBANDO EL "MANUAL DE CRIMINALÍSTICA DE LA POLICÍA NACIONAL DEL PERÚ" Y DEJAR SIN EFECTO LA RESOLUCIÓN DE COMANDANCIA GENERAL DE LA POLICIA NACIONAL N° 1073-2025-CG PNP/COMOPPOL-DIRCRI, DEL 29 DIC 2025.


OA - 209039
Luis Jesús FLORES SOLÍS
TENIENTE GENERAL PNP
JEFE DEL COMANDO DE OPERACIONES POLICIALES
DE LA POLICÍA NACIONAL DEL PERÚ




OA - 233039
Freddy LOPEZ MENDOZA
TENIENTE GENERAL PNP
JEFE DE ESTADO MAYOR GENERAL DE LA POLICIA
NACIONAL DEL PERÚ

Resolución de la Comandancia General de la Policía Nacional

N° 400 -2026-CG PNP/COMOPPOL

Lima, 04 JUL 2026

VISTO, el Informe N° 034-2026-COMOPPOL PNP/DIRCRI PNP-DIVIDCRI.SEC, del 01 de junio de 2026, emitido por la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú del mediante el cual propone la actualización del "Manual de Criminalística de la Policía Nacional del Perú", que fuera aprobado con la Resolución de Comandancia General de la Policía Nacional N° 1073-2025-CG PNP/COMOPPOL-DIRCRI, de fecha 29 de diciembre de 2025.

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 166° de la Constitución Política del Perú establece que la Policía Nacional del Perú tiene por finalidad fundamental garantizar, mantener y restablecer el orden interno. Presta protección y ayuda a las personas y a la comunidad. Garantiza el cumplimiento de las leyes y la seguridad del patrimonio público y del privado. Previene, investiga y combate la delincuencia. Vigila y controla las fronteras; asimismo, el artículo 168 de la carta magna establece que las leyes y reglamentos respectivos determinan la organización, las funciones, las especialidades, la preparación y el empleo; y norman la disciplina de las Fuerzas Armadas y la Policía Nacional;

Que, el artículo I del Título Preliminar del Decreto Legislativo N° 1267, Ley de la Policía Nacional del Perú establece, que dicha norma regula la estructura, organización, competencias, funciones y atribuciones de la Policía Nacional del Perú, así como sus regímenes especiales; asimismo, el artículo II define a la Institución Policial como una Institución del Estado con calidad de órgano ejecutor, que depende del Ministerio del Interior, con competencia administrativa y autonomía operativa para el ejercicio de la función policial en todo el territorio nacional, en el marco de lo previsto en el artículo 166 de la Constitución Política del Perú;

Que, el numeral 12.1 del artículo 12° del Reglamento del Decreto Legislativo N° 1267, Ley de la Policía Nacional del Perú, aprobado por Decreto Supremo N° 12 -2025-IN señala que, la Comandancia General es el órgano de comando de más alto nivel de la Policía Nacional del Perú, encargado de planificar, organizar, dirigir y supervisar el desarrollo de la gestión administrativa y operativa de la Policía Nacional del Perú para el ejercicio de la función policial en todo el territorio



nacional, en un contexto de mejor atención a la ciudadanía y eficiente uso de los recursos en el marco de las políticas sectoriales aprobadas por el Ministerio del Interior;

Que, el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1267, Ley de la Policía Nacional del Perú aprobado por Decreto Supremo N° 012-2025-IN, en el artículo 122° señala que la Dirección de Criminalística es el órgano de apoyo policial responsable de planificar, coordinar, dirigir, supervisar y evaluar las funciones y actividades que desarrollan las unidades de organización del Sistema Criminalístico Policial; por su carácter sistémico, funcional, técnico, normativo, administrativo, operativo y especializado en criminalística;

Que, el presente manual tiene por finalidad servir como el documento doctrinario y normativo que estandariza los procedimientos técnico-científicos aplicados a la investigación del delito, garantizando que la escena del crimen y el análisis de las evidencias tengan absoluta validez metodológica para respaldar la administración de justicia;

Que, mediante Directiva N° 19-2021-COMGEN PNP/SECEJE-DIRPLAINS-DIVMDI, aprueba "Lineamientos aplicables para la formulación, aprobación o modificación de dispositivos legales y documentos normativos u orientadores de la Policía Nacional del Perú";

Que, mediante Resolución de Comandancia General de la Policía Nacional N° 1073-2025-CG PNP/COMOPPOL-DIRCRI de fecha 29 de diciembre de 2025, se aprobó el Manual de Criminalística de la Policía Nacional del Perú; sin embargo, a la fecha existe aspectos de forma y fondo que deben ser actualizados;

Que, mediante Informe N° 000081-2026-SECEJE-DIRPLAINS-DIVMDI/PNP del 15 de junio de 2026, emitido por la la División de Modernización y Desarrollo Institucional de la Dirección de Planeamiento Institucional de la Policía Nacional del Perú concluye que, la modificación y actualización del Manual de Criminalística de la Policía Nacional del Perú 2025, resulta técnicamente viable;

Que, Informe N° 456-2026-COMOPPOL-EM/EQUASESP, del 19 de junio de 2026, el Equipo de Asesoramiento Especial del Comando de Operaciones Policiales, opina que la propuesta de modificación y actualización del Manual de Criminalística de la Policía Nacional del Perú 2025, es viable;

Que, mediante Hoja de Estudio y Opinión N° 352-2026-EMG-PNP/DIRIDI-DIVDAP del 24 de junio de 2026, la División de Investigación, Innovación y Desarrollo de la Dirección de Investigación y Desarrollo Institucional del Estado Mayor General de la Policía Nacional del Perú opina que, resulta viable, la propuesta de modificar el Manual de Criminalística de la Policía Nacional del Perú 2025, que fuera aprobado con la Resolución de Comandancia General N° 1073-2025-CG PNP/COMOPPOL-DIRCRI, de fecha 29 de diciembre de 2025;

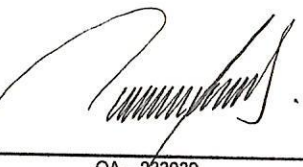
Lo dictaminado por la Dirección de Asesoría Jurídica de la Policía Nacional del Perú, mediante Dictamen N° 1040-2026-SECEJE/DIRASJUR-DIVDJPN, del 22 de junio de 2026;

Lo propuesto por el Teniente General de la Policía Nacional del Perú, Jefe del Comando de Operaciones Policiales de la Policía Nacional del Perú, y;




OA - 209939
Luis Jesús FLORES SOLÍS
TENIENTE GENERAL PNP
JEFE DEL COMANDO DE OPERACIONES POLICIALES
DE LA POLICÍA NACIONAL DEL PERÚ




OA - 233039
Freddy LOPEZ MENDOZA
TENIENTE GENERAL PNP
JEFE DE ESTADO MAYOR GENERAL DE LA POLICIA
NACIONAL DEL PERÚ

Resolución de la Comandancia General de la Policía Nacional

Lo opinado por el Teniente General de la Policía Nacional del Perú, Jefe de Estado Mayor General de la Policía Nacional del Perú.

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Aprobar el "Manual de Criminalística", que como anexo forma parte de la presente resolución.

Artículo 2°.- Dejar sin efecto la Resolución de Comandancia General de la Policía Nacional N° 1073-2025-CG PNP/COMOPPOL-DIRCRI, del 29 de diciembre de 2025, que aprobó el Manual N° 06-2025-CG PNP/COMOPPOL-DIRCRI "Manual de Criminalística de la Policía Nacional del Perú", en todos sus extremos.

Artículo 3°.- Encargar a la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú, el cumplimiento de la presente Resolución.

Artículo 4°.- Disponer que el Estado Mayor General de la Policía Nacional del Perú, ejerza el control del cumplimiento de la presente Resolución.

Artículo 5°.- Disponer que la Dirección de Comunicación e Imagen Institucional de la Policía Nacional del Perú y la Dirección de Recursos Humanos de la Policía Nacional del Perú, publiquen la presente resolución en la página web de la institución (www.policia.gob.pe), y en el Sistema Integrado de Gestión de la Carrera del personal de la Policía Nacional del Perú (<https://sigcpd.policia.gob.pe>), respectivamente.

Regístrese, comuníquese y archívese


OA - 228447
Oscar Manuel ARRIOLA DELGADO
GENERAL DE POLICIA
COMANDANTE GENERAL DE LA
POLICÍA NACIONAL DEL PERÚ





PRÓLOGO

La criminalidad, en sus múltiples manifestaciones, evoluciona de manera constante y no reconoce límites en cuanto a su complejidad; sin embargo, todo hecho delictivo es susceptible de ser evidenciado científicamente, tanto en su materialidad como en la atribución de autoría. Este objetivo se alcanza mediante la interacción técnica y especializada entre el investigador criminal y el perito criminalístico, cuya labor conjunta permite transformar los indicios del hecho en evidencias científicas con valor probatorio. La doctrina criminalística proporciona los principios, conceptos, normas, procedimientos y valores que, aplicados con oportunidad, eficiencia y eficacia, permiten al criminalista decodificar los indicios o evidencias hallados en la escena, realizar apreciaciones preliminares de carácter reconstructivo, someterlos a análisis especializados en el laboratorio criminalístico y, finalmente, convertirlos en medios probatorios que sustenten las hipótesis formuladas por el investigador criminal respecto del hecho, la identificación del presunto autor y, en determinados casos, la identificación de víctimas no plenamente individualizadas. La criminalística aplica ciencia, técnica y arte en sus tres grandes ámbitos doctrinarios de actuación: la investigación en la escena del crimen, el laboratorio criminalístico y la identificación criminalística. El Manual de Criminalística que se presenta se encuentra estructurado precisamente bajo este enfoque integral, desarrollando de manera articulada dichas áreas, y ofreciendo en cada una de ellas contenidos cognitivos, procedimentales y actitudinales que fortalecen la calidad del trabajo pericial y contribuyen a la obtención de pruebas científicas cada vez más sólidas y confiables.

Este manual actualizado refleja la evolución y el desarrollo de las diversas especialidades y subespecialidades periciales, incorporando avances científicos y tecnológicos que han permitido superar prácticas tradicionales y consolidar metodologías más precisas y eficientes. En el ámbito del laboratorio criminalístico, se integran procedimientos de la biología molecular y el análisis de ADN; se desarrollan de manera diferenciada la ingeniería forense y la química forense; se incorporan técnicas modernas de detección de residuos de disparo mediante métodos instrumentales, así como el peritaje en acústica forense e identificación de voces. En el campo de la identificación, se fortalece la estomatología forense y se articulan otros procedimientos identificatorios de naturaleza médica, biológica, documentológica y psicológica. Asimismo, en la investigación de la escena del crimen, el manual incorpora enfoques contemporáneos como el modelado forense y la fotografía forense especializada, reafirmando la concepción moderna de la inspección criminalística como un proceso científico integral orientado al estudio técnico del lugar de los hechos, superando visiones restrictivas que limitaban su intervención únicamente al ámbito técnico-operativo.

La edición del presente Manual de Criminalística debe significar un motivo de reconocimiento y valoración para los peritos que contribuyeron en su elaboración, tanto del pasado como del presente. Se trata de una obra que debe ser apreciada por su utilidad actual y, a la vez, asumida como un documento dinámico, susceptible de ser fortalecido y actualizado permanentemente en función del incesante avance del conocimiento científico, tecnológico y metodológico de interés pericial. Finalmente, este manual reafirma un principio que mantiene plena vigencia en el ámbito penal: la prueba pericial continúa siendo uno de los pilares fundamentales de la actividad probatoria. Su correcta aplicación, basada en la ciencia y en la ética profesional, permite a la Policía Nacional del Perú contribuir de manera decisiva a la búsqueda de la verdad, al esclarecimiento del hecho delictivo y a la correcta identificación de su autoría, fortaleciendo así la confianza de la sociedad en la función criminalística policial.

General de Policía Óscar Manuel Arriola Delgado
Comandante General PNP





PRESENTACIÓN

La criminalística constituye uno de los pilares fundamentales de la investigación penal moderna y un componente esencial en el fortalecimiento del sistema de administración de justicia. En la Policía Nacional del Perú, esta función especializada se orienta a garantizar que la investigación del delito se sustente en la aplicación rigurosa del método científico, en el análisis objetivo de indicios y evidencias, y en la producción de resultados periciales confiables que contribuyan eficazmente al esclarecimiento de los hechos y a la correcta determinación de responsabilidades.

En mi condición de Director de Criminalística de la Policía Nacional del Perú, presento el presente Manual de Criminalística, concebido como un documento técnico - doctrinario de alcance institucional, cuyo propósito es orientar, uniformizar y fortalecer la actuación del personal policial que desempeña funciones criminalísticas en sus diversas especialidades. Esta obra responde a la necesidad de contar con lineamientos claros, actualizados y estandarizados que permitan desarrollar la investigación criminalística con criterios científicos, técnicos y jurídicos homogéneos a nivel nacional.

El manual es el resultado de un esfuerzo colectivo que integra la experiencia acumulada de peritos criminalísticos de reconocida trayectoria, así como los avances científicos y tecnológicos que hoy caracterizan a la investigación del delito. Su contenido ha sido elaborado considerando la normatividad vigente, los principios rectores de la criminalística y los desafíos que impone la criminalidad contemporánea, en especial aquella vinculada a fenómenos complejos y de alcance transnacional.

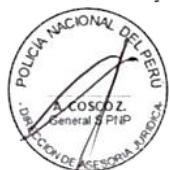
En concordancia con el Sistema Criminalístico Policial, el presente manual articula de manera coherente los tres campos ocupacionales que conforman la función criminalística en la Policía Nacional del Perú: la investigación en la escena del crimen, el laboratorio criminalístico y la identificación criminalística. Esta integración funcional permite asegurar una intervención técnica coordinada, desde el conocimiento de la noticia criminal hasta la emisión de conclusiones periciales con valor probatorio, fortaleciendo la calidad del servicio criminalístico que se brinda al sistema de justicia.

Asimismo, este manual se enmarca en los lineamientos estratégicos del Plan Estratégico Institucional Mariano Santos 2030, contribuyendo a la modernización de la criminalística policial, a la descentralización progresiva de los servicios periciales y al fortalecimiento de las Unidades Funcionales de Criminalística, con el objetivo de aproximar la labor especializada a la demanda ciudadana y mejorar la capacidad de respuesta institucional frente a la delincuencia.

El Manual de Criminalística que se pone a disposición del personal policial y de los operadores del sistema de justicia debe ser entendido como una herramienta dinámica, sujeta a actualización permanente en función del desarrollo del conocimiento científico, tecnológico y metodológico. Su correcta aplicación contribuirá a consolidar una actuación pericial ética, objetiva y profesional, reafirmando el compromiso de la Policía Nacional del Perú con la búsqueda de la verdad, la legalidad y la seguridad ciudadana.

Finalmente, expreso mi reconocimiento a todos los profesionales que han participado en la elaboración y actualización de esta obra, cuyo aporte técnico y científico fortalece la función criminalística policial y reafirma el trascendental rol de la Dirección de Criminalística como órgano especializado al servicio de la justicia y de la sociedad.

General PNP Carlos Augusto Vargas Mormontoy
Director de Criminalística PNP





INDICE DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN	5
INDICE DE CONTENIDO	6
ASPECTOS GENERALES	9
CONTENIDO ESPECÍFICO	11
1. CAPÍTULO I: CRIMINALÍSTICA	11
1.1. Generalidades	11
1.1.1. La criminalística en el mundo	11
1.1.2. La criminalística en el Perú	12
1.1.3. Otros contribuyentes históricos	13
1.2. Objeto de estudio	13
1.3. Objetivos de la criminalística	13
1.4. Campos de acción de la criminalística	14
1.4.1. Diferencia entre criminalística y criminología	14
1.4.2. Especialidades criminalísticas	14
1.4.3. Principios criminalísticos	16
1.4.4. Preguntas de la investigación criminalística	17
1.5. Perfil del perito criminalístico	17
1.5.1. Base legal	18
2. CAPÍTULO II: INVESTIGACIÓN EN LA ESCENA DEL CRIMEN	20
2.1. Generalidades	20
2.1.1. Reseña histórica	20
2.1.2. Importancia	20
2.1.3. Escena del crimen	21
2.2. Investigación en la escena del crimen	27
2.2.1. Definición	27
2.2.2. Naturaleza del concepto de investigación en la escena del crimen	27
2.2.3. Importancia	28
2.2.4. Elementos necesarios	28
2.2.5. Niveles de abordaje de la escena del crimen	30
2.3. Técnicas de revelado de huellas papilares	51
2.3.1. Huellas papilares	51
2.3.2. Reactivos utilizados para el revelado de huellas lufoscópicas	52
2.3.3. Reveladores de huellas papilares de campo	52





2.3.4.	Reactivos químicos usados en laboratorio	53
2.3.5.	Métodos de fijación y levantamiento de huellas papilares	54
2.4.	Búsqueda especializada de indicios en laboratorio	55
2.4.1.	Equipos de luces alternas	56
2.4.2.	Reactivos de orientación sanguínea de alta sensibilidad	56
2.4.3.	Reactivo multipropósito para la detección de actos ilícitos	56
2.5.	Infografía forense	57
2.5.1.	Concepto	57
2.5.2.	Importancia	57
2.5.3.	Actividad pericial	57
3.	CAPÍTULO III: LABORATORIO CRIMINALÍSTICO	74
3.1.	Generalidades	74
3.1.1.	Historia	74
3.1.2.	Definición	74
3.1.3.	Importancia	74
3.2.	Ciencias forenses	75
3.2.1.	Accidentología vial forense	75
3.2.2.	Acústica forense	96
3.2.3.	Antropología forense	106
3.2.4.	Arqueología forense	129
3.2.5.	Balística forense	137
3.2.6.	Biología forense	254
3.2.7.	Contabilidad forense	318
3.2.8.	Documentología forense	323
3.2.9.	Explosivos forenses	483
3.2.10.	Identificación vehicular forense	510
3.2.11.	Imagen y video forense	538
3.2.12.	Informática forense	548
3.2.13.	Ingeniería forense	560
3.2.14.	Literatura y traducción forense	626
3.2.15.	Medicina forense	637
3.2.16.	Medicina veterinaria forense	661
3.2.17.	Obstetricia forense	672
3.2.18.	Odorología forense	688
3.2.19.	Psicología forense	695
3.2.20.	Química y toxicología forense	750





3.2.21.	Tasación forense.....	817
3.2.22.	Telefonía forense	825
4.	CAPÍTULO IV: IDENTIFICACIÓN CRIMINALÍSTICA	835
4.1.	Generalidades	835
4.1.1.	Definiciones	835
4.1.2.	Importancia	839
4.2.	La identificación como ciencia forense	839
4.2.1.	Historia de la identificación papiloscópica.....	840
4.2.2.	Desarrollo de la identificación biométrica en la Policía Nacional del Perú.....	844
4.2.3.	Anatomía de la piel humana	845
4.2.4.	Papiloscopía	854
4.2.5.	Identificación facial forense.....	981
4.2.6.	Estomatología forense	1022
	ANEXOS.....	1078
	BIBLIOGRAFÍA.....	1123



ASPECTOS GENERALES

La criminalística, a lo largo del desarrollo histórico de la investigación del delito, ha adquirido una relevancia progresiva hasta consolidarse como uno de los pilares fundamentales de la investigación científica del delito, atacando la “impunidad” como causa determinante de la criminalidad. Su finalidad principal radica en la búsqueda objetiva de la verdad mediante la aplicación sistemática del método científico, orientando la determinación de la existencia del hecho delictivo, la identificación de los responsables y la reconstrucción técnica de las circunstancias en que este se produjo. En tal sentido, la criminalística comparte principios y objetivos con las ciencias naturales, al fundamentar sus conclusiones en la observación, el análisis, la experimentación y la verificación de los indicios y evidencias.

La búsqueda de la verdad ha sido históricamente una aspiración central en el quehacer humano y profesional; sin embargo, para la Policía Nacional del Perú constituye una función esencial vinculada directamente con su misión constitucional. En este marco, la investigación criminal no se limita a actuaciones empíricas o intuitivas, sino que, exige procedimientos técnicos especializados, ejecutados por personal debidamente capacitado, tanto en las unidades operativas como en las unidades especializadas encargadas de la investigación técnico-científica del delito.

Bajo este contexto, resulta de imperiosa necesidad contar con un documento normativo y técnico que oriente, sistematice y unifique los criterios operacionales relacionados con la función criminalística. El presente Manual de Criminalística responde a dicha necesidad, al constituirse en un instrumento de referencia institucional que establece lineamientos doctrinarios, principios científicos y normas generales de actuación, destinados a guiar el trabajo del investigador y del perito criminalístico en sus diversas especialidades.

El manual se distingue por su rigor científico y por sustentar sus procedimientos en técnicas de investigación ampliamente reconocidas y validadas a nivel nacional e internacional. Asimismo, recoge la experiencia acumulada por generaciones de especialistas que han contribuido al desarrollo de la criminalística en la Policía Nacional del Perú, reflejando métodos, técnicas y sistemas de búsqueda de la verdad aplicables a hechos que presentan apariencia delictiva. Esta experiencia institucional ha permitido consolidar prácticas orientadas a garantizar la confiabilidad, reproducibilidad y validez probatoria de los resultados periciales.

Desde una perspectiva general, el documento ofrece un panorama integral de las materias que comprende la criminalística policial, abordando, de manera articulada, la investigación en la escena del crimen, el análisis especializado de las diferentes ciencias forenses en el laboratorio y los procesos de identificación criminalística. De este modo, proporciona al lector una visión global del rol que cumple cada una de estas áreas dentro del proceso de investigación penal, así como su interrelación funcional para el esclarecimiento de los hechos.

Finalmente, el presente manual está concebido como una fuente permanente de consulta para el personal policial, contribuyendo a mantener la unidad doctrinaria en la labor criminalística y sirviendo, además, como un medio técnico de orientación y apoyo para magistrados y operadores del sistema de justicia. Su aplicación fortalece el trabajo en el sitio del suceso, las pericias de laboratorio y los procesos de identificación, generando un razonable y fundado nivel de confianza en la labor seria, objetiva y responsable que la Policía Nacional del Perú desarrolla diariamente en favor de la seguridad ciudadana, la correcta y oportuna administración de justicia.



CAPÍTULO I CRIMINALÍSTICA



CONTENIDO ESPECÍFICO

CAPÍTULO I: CRIMINALÍSTICA

1.1. Generalidades¹

El término criminalística fue generalizado en la obra "El Manual del Juez Instructor", publicada en 1892 por Hanns Gross, reconocido como el padre de la criminalística. Originalmente titulada *"Handbuch für Untersuchungsrichter als System der Kriminalistik"*, su traducción al español por Máximo Arredondo en 1900 no utilizó el término "criminalística", optando por "investigación sumarial" o equivalentes. Gross describió la investigación del juez criminalista como un arte basado en el estudio del delincuente y los métodos científicos para descubrir y apreciar pruebas.

La criminalística ha sido definida por diversos autores, como:

- Gisbert et al. (2024): ciencia que estudia los indicios del lugar del delito para identificar al criminal y las circunstancias del hecho.
- López (2024): es más que una disciplina auxiliar; es una disciplina fundamental, indispensable en el curso del procedimiento penal, cuyos métodos y técnicas permiten esclarecer los responsables de los actos delictivos sometidos a consideración.
- Rodríguez (2006): ciencia mediante la cual expertos forenses examinan indicios y evidencias para plasmar la información en un pronunciamiento pericial útil en procesos judiciales, administrativos o particulares.
- Álvarez (2004): conjunto de procedimientos aplicables a la búsqueda y estudio material del crimen para llegar a su prueba.
- Montiel (2003): ciencia penal auxiliar que, mediante la aplicación de sus conocimientos, metodología y tecnología al estudio de evidencias materiales, descubre y verifica científicamente la existencia de un hecho presuntamente delictuosos y a los responsables, aportando las pruebas a los órganos administradores de justicia.
- Brenner (2003): es el reconocimiento, identificación, preservación e interpretación científica de la evidencia física.

En síntesis, la criminalística es una ciencia multidisciplinaria que aplica conocimientos y metodologías de diversas disciplinas al estudio de indicios y evidencias físicas o digitales presentes en la escena del delito, con el fin de obtener evidencia objetiva que permita demostrar técnica y científicamente la comisión de un hecho criminal.

Las definiciones y el concepto fundamental de la criminalística se mantienen vigentes. La evolución se centra más en la sofisticación de las técnicas y la integración de nuevas tecnologías que en un cambio radical de su objeto o propósito. La criminalística moderna enfatiza la importancia de la cadena de custodia y la validación científica de los métodos utilizados, en línea con estándares internacionales como los promovidos por la *International Organization for Standardization (ISO)* para laboratorios forenses (ej. ISO/IEC 17025).

1.1.1. La criminalística en el mundo

La frase "no se conoce una ciencia si se desconoce su historia" de Augusto Comte subraya la

¹ Redactado por: Gral. PNP Carlos Augusto Vargas Mormontoy; Crnl. PNP Héctor Fernando Díaz Suclla y Crnl. PNP César Augusto Manrique de Lara Esquivel

importancia de los antecedentes. La criminalística surgió de la necesidad de buscar la verdad y obtener medios de prueba para la administración de justicia, superando métodos inquisitivos y la confesión bajo tortura que llevaban a errores judiciales. Los juristas entendieron la necesidad del auxilio de especialistas.

Antecedentes remotos incluyen a Julius Clarus (1525-1575) en Alejandría, quien resaltó la aplicación de conocimientos científicos en la investigación de delitos. En 1643, Antonio María Cospy en Italia publicó "IL GIUDICE CRIMINALÍSTICA", reconocido como precursor de la ciencia, destacando la inspección ocular, elaboración de planos y análisis de huellas. Hans Gross, con su "Manual del Juez Instructor" (1892/1893), consolidó el término "Criminalística" y revolucionó la metodología investigativa.

Edmond Locard (1877-1966), autor de "*Traité de Criminalistique*", es célebre por su principio de intercambio: "todo contacto deja rastro". Este principio sostiene que el criminal siempre deja rastros (huellas, cabellos, fluidos, etc.) y se lleva algo de la escena.

1.1.2. La criminalística en el Perú

Hitos importantes:

- 1892: inauguración del Gabinete de identificación antropométrica (Sistema Bertillon) en Lima.
- 1896: implantación del sistema dactiloscópico de Vucetich y creación del gabinete de identificación.
- 1924: implantación del sistema dactiloscópico de Federico Oloris Aguilera.
- 1937: organización del Laboratorio de Criminalística por Carlos Ramírez Núñez.
- 1956: implantación del sistema pelmatoscópico en la maternidad de Lima.
- 1962: reorganización del registro electoral con identificación por impresiones digitales.
- 1963: aplicación de Identi-kit y Photo-fit.
- 1965: se impulsó al laboratorio de criminalística con incremento de especialidades (balística, química, grafotecnia, etc.).
- 1973: creación del Instituto de Criminalística, iniciado con el "Primer curso de grafotecnia".
- 1986: equipamiento y modernización del Laboratorio de Criminalística (cromatografía de gases, microscopio electrónico de barrido, etc.).
- 1997: creación de la Dirección Nacional de Criminalística PNP, implementando laboratorios y unidades de criminalística.
- 2011: adquisición del Sistema Integrado de Identificación Balística (IBIS) para Lima, Arequipa y Chiclayo, bajo administración de la DICRI PNP.
- 2012: aprobación de la nueva Ley de la Policía Nacional del Perú (Decreto Legislativo 1148), estableciendo la Dirección de Criminalística como Dirección Ejecutiva. Adquisición del Sistema Automatizado de Identificación Dactilar (AFIS Criminal), entrando en operación el 16 de agosto de 2013.
- 2015: Perú se une a la red de Interpol de información sobre balística (IBIN) con el sistema IBIS.
- 2021: institucionalización del Sistema Criminalístico Policial mediante el Decreto Legislativo N.º 1219, "Ley de fortalecimiento de la función criminalística policial", y su Reglamento aprobado por el Decreto Supremo N.º 001-2021-IN. Se reconocen cuatro campos ocupacionales y veintidós especialidades.





- 2024: I Feria Tecnológica Criminalística, organizado por la DIRCRI PNP, realizada en las instalaciones de la Universidad Norbert Wiener, que tuvo como objetivo principal proponer alternativas para fortalecer la seguridad ciudadana a través de la innovación y el uso de tecnologías avanzadas de uso criminalístico.
- 2025: II Feria Tecnológica Criminalística realizada en las instalaciones de la Universidad de San Martín de Porres-Lima Perú.

1.1.3. Otros contribuyentes históricos

- Ambroise Paré (1575): estudios sobre heridas por armas de fuego. Continuado por Paolo Zacchia.
- Marcello Malpighi (1665): estudio de relieves papilares.
- Eugene Francois Vidocq (1810): creación de archivos de delincuentes.
- Mateo José Buenaventura Orfilia (1840): toxicología, ampliado por Ogier (1872).
- Cesar Lombroso (1864): método antropológico para identificar delincuentes.
- Allan Pinkerton (1866): fotografía criminal.
- Alfonso Bertillon (1880): sistema de identificación antropométrica (bertillonaje).
- Sir Francis Galton (1888): dactiloscopia como sistema de identificación.
- Juan Vucetich (1891): sistema "icnofalangometría" y ficha decadactilar.

Watson, Crick y Wilkins (1953): Modelo de ADN y código genético. Se resalta la contribución de Rosalind Franklin, no incluida en el Nobel de 1962 por su fallecimiento en 1958.

Conocer este resumen histórico es fundamental. Un desarrollo más reciente de gran impacto mundial, no mencionado por ser posterior a algunas de las figuras clásicas, pero sí implícito en la mención del ADN, es la revolución genética en la ciencia forense a partir de los trabajos de sir Alec Jeffreys en la década de 1980 sobre las huellas de ADN (Singh, 1992).

1.2. Objeto de estudio

Montiel (2003) indica que el objeto de estudio de la criminalística general es el de las evidencias materiales o indicios que se utilizan y producen en la comisión del hecho. Los indicios y/o evidencias son el material sensible y significativo sobre el cual recae la investigación criminalística, permitiendo reconstruir la mecánica del hecho criminal una vez analizados.

El objeto de estudio sigue siendo la evidencia física. Sin embargo, el espectro de "evidencia material" se ha expandido significativamente con la era digital. Hoy incluye no solo los elementos físicos tradicionales, sino también la evidencia digital (datos de dispositivos electrónicos, metadatos, etc.), lo que ha dado lugar a subdisciplinas como la informática forense.

1.3. Objetivos de la criminalística

Montiel (2003) señala cinco objetivos de la criminalística:

- Investigar técnicamente y demostrar científicamente la existencia de un hecho particular, probablemente delictuoso.



- Definir los fenómenos y reconstruir el mecanismo del hecho, señalando instrumentos, manifestaciones y maniobras.
- Aportar evidencias y coordinar técnicas para la identificación de la víctima.
- Aportar evidencias para la identificación del o los presuntos autores.
- Aportar pruebas indiciarias para probar el grado de participación de los involucrados.

Estos objetivos permanecen como fundamentales. La criminalística moderna también pone un fuerte énfasis en la calidad y la presentación de los hallazgos de manera comprensible y robusta ante los tribunales, asegurando que la prueba científica contribuya efectivamente a la justicia. Se destaca la importancia de la "ciencia forense traslacional", es decir, la efectiva comunicación y aplicación de los resultados de las ciencias forenses a la práctica con el propósito de mejorar la resolución de casos criminales y la justicia. Así también, la transferencia de nuevos hallazgos científicos y tecnológicos al contexto criminalístico, como la aplicación de nuevas técnicas de análisis de ADN o el empleo de inteligencia artificial para la identificación de patrones en la escena del crimen.

1.4. Campos de acción de la criminalística

Según el artículo 1 del Decreto Legislativo N° 1606 (2025), los campos ocupacionales de la función criminalística policial comprenden las áreas de escena del crimen, laboratorio, identificación y gestión de la información criminalística. Esta última se encuentra actualmente en proceso de implementación, a través del Banco de Evidencias de Interés Criminalístico y el Registro Nacional Criminalístico.

1.4.1. Diferencia entre criminalística y criminología

- Criminalística: ciencia multidisciplinaria, analiza la escena del crimen, busca identificar autores, estudia indicios y evidencias, investiga a nivel práctico.
- Criminología: ciencia social que estudia la conducta delictiva, busca prevenirla, busca determinar causas y consecuencias del fenómeno delictivo y sus efectos para establecer políticas de prevención.

Esta distinción es clásica, se fundamenta en que la criminalística se enfoca en el cómo y quién del delito (aspectos materiales y de identificación); mientras que la criminología se enfoca en el porqué del delito (causas, control social, prevención). Ambas son complementarias en el sistema de justicia penal.

1) El Sistema Criminalístico Policial

Es el conjunto interrelacionado de unidades y subunidades desconcentradas de criminalística de la PNP, distribuidas a nivel nacional. La DIRCRI PNP es el órgano encargado del sistema, con competencia funcional, normativa, técnica y científica. Los departamentos desconcentrados de criminalística se clasifican por demarcación demográfica, incidencia delictiva y especialidades forenses, dependiendo administrativamente de las Regiones y funcionalmente de la DIRCRI PNP. En Lima Metropolitana se han implementado Departamentos de Criminalística (DEPCR) de manera descentralizada, con el propósito de aproximar los servicios criminalísticos a las entidades comprometidas en la administración de justicia. La Dirección de Criminalística, con sede en Lima y a cargo de un Oficial General PNP, dirige, administra y propone lineamientos.

1.4.2. Especialidades criminalísticas

Se citan seguidamente con algunas de sus actividades periciales que desarrollan las especialidades criminalísticas, según la normatividad el D.Leg. N° 1606 (2025).





- Accidentología vial forense: análisis pericial de causas, consecuencias, impacto y patrones de siniestralidad ocasionados en medios de transporte terrestre.
- Acústica forense: identificación por voz, análisis de sonidos contenidos en archivos digitales (datos y metadatos).
- Antropología forense: estudios de restos humanos esqueletizados y semiesqueletizados para determinar características biológicas, patológicas y tanatológicas con fines de identificación.
- Arqueología forense: reconstruye e interpreta eventos del pasado con la información obtenida del contexto y asociaciones de la evidencia.
- Balística forense: estudio de armas de fuego, armas no convencionales, objetos con características morfológicas de armas de fuego y municiones.
- Biología forense: estudio de elementos biológicos, perfiles genéticos-ADN.
- Contabilidad forense: análisis de documentación contable para establecer fraudes, desbalances patrimoniales y otras de interés criminalístico-forense.
- Documentología forense: análisis pericial de documentos, firmas, manuscritos, moneda
- Estomatología forense: estudio del sistema estomatognático para identificación humana, determinación de sexo, edad, estatura y peritaje de lesiones.
- Explosivos forenses: realiza el estudio de productos explosivos con el objetivo de identificar su composición, origen y posible uso en actividades ilícitas.
- Identificación facial forense: estudio y comparación de rostros en imágenes, así como la elaboración de imágenes hipotéticas.
- Identificación vehicular forense: análisis y exámenes físicos para determinar la identidad de un vehículo.
- Imagen y vídeo forense: estudio, tratamiento, análisis y validación de archivos digitales, para la identificación o reconociendo de objetos, personas o hechos.
- Ingeniería forense: estudio y análisis de indicios y/o evidencias de naturaleza físico-química, aplicando principios de ingeniería y metodologías científicas que involucran a diversas ramas de la ingeniería.
- Investigación en la escena del crimen: realiza la búsqueda, recojo y análisis de indicios y evidencias en el escenario del delito.
- Literatura y traducción: realiza el estudio de las comunicaciones humanas, materializadas en documentos, sitios web, redes sociales, audios pinturas y simbología; así como la interpretación forense.
- Medicina forense: exámenes médicos, gineco obstétricos, estudios anatomo-patológicos, entre otros con la finalidad de determinar la existencia de lesiones, su origen y data.
- Medicina veterinaria forense: estudio y análisis para determinar posibles maltratos y crueldad contra animales domésticos y silvestres; estableciendo el agente causal.
- Obstetricia forense: exámenes y procedimientos en mujeres en sus diferentes etapas de vida a fin de identificar la existencia de lesiones en el ámbito de su especialidad.
- Odorología forense: realizar el reconocimiento molecular de olor humano, para la identificación de personas sujetas al examen pericial criminalístico.



- Papioscopía o Lofoscopía forense: estudio de la morfología papilar humana con fines de identificación en personas y cadáveres.
- Psicología forense: estudio y evaluaciones psicológicas a fin de determinar el estado mental e identificar rasgos de personalidad de personas involucradas en hechos criminales.
- Química y toxicología forense: realiza exámenes toxicológicos y dosaje etílico en personas y cadáveres; así como, pesaje y análisis químico de drogas y sustancias psicoactivas.
- Tasación forense: estudios, análisis o evaluaciones para establecer el valor económico de bienes muebles, inmuebles u objetos relacionados con la investigación de un presunto hecho delictivo.
- Telefonía forense: realiza estudio y análisis de la evidencia digital contenida en terminales móviles, dispositivos de telecomunicaciones y sistemas para la transmisión de la información, datos o voz.

1.4.3. Principios criminalísticos

La criminalística, como ciencia aplicada a la investigación de los hechos presuntamente delictivos, se fundamenta en una serie de principios doctrinarios que orientan el estudio técnico, la interpretación de los indicios y la reconstrucción de los hechos. Estos principios han sido formulados y sistematizados por la doctrina moderna, especialmente por Francisco De la Fuente (2002), a partir de las bases metodológicas establecidas por Hans Gross (1893) y del principio de intercambio propuesto por Edmond Locard (1976).

Los principios criminalísticos fundamentales son los siguientes:

- 1) Principio de uso: todo hecho delictivo implica el empleo de algún agente vulnerante, entendido como cualquier instrumento, medio o sustancia capaz de producir una alteración física, química o biológica. Dicho agente puede identificarse por las huellas, lesiones o efectos que produce sobre personas, objetos o el entorno. Los agentes vulnerantes se clasifican, de modo general, en:
 - Mecánicos: armas de fuego, armas blancas, objetos contundentes o partes del cuerpo humano.
 - Físicos: temperatura (frío o calor), electricidad, radiaciones, entre otros.
 - Químicos: venenos, drogas o sustancias corrosivas.
 - Biológicos: microorganismos, secreciones o fluidos corporales.
- 2) Principio de producción: el empleo de un agente vulnerante genera inevitablemente evidencias materiales, cuya presencia permite inferir la existencia del hecho y orientar su investigación. Estas evidencias constituyen elementos reestructuradores e identificadores dentro del análisis criminalístico (De la Fuente, 2002).
- 3) Principio de intercambio: formulado por Edmond Locard (1976), establece que “todo contacto deja un rastro”. Ello significa que, en la comisión de un delito, se produce un intercambio de materia entre el autor, la víctima y el lugar del hecho, mediante la transferencia de partículas o huellas físicas. Este principio constituye la base teórica del estudio de los indicios materiales.
- 4) Principio de correspondencia de características: todo agente vulnerante deja impresas sus características morfológicas sobre la superficie con la que entra en contacto. Mediante el examen comparativo se puede establecer la identidad o correspondencia entre el indicio encontrado y el objeto o instrumento que lo produjo (De la Fuente, 2002).



- 5) Principio de reconstrucción: a partir del análisis integral de los indicios materiales, es posible reconstruir la secuencia probable de los acontecimientos, determinando el mecanismo del hecho, la posición de los involucrados y las condiciones en que ocurrió el suceso (De la Fuente, 2002).
- 6) Principio de probabilidad: la criminalística no puede afirmar con certeza absoluta cómo ocurrió un hecho, sino que sus conclusiones se expresan en grados de probabilidad. El análisis de las evidencias permite formular hipótesis técnicas que alcanzan distintos niveles de confianza, de acuerdo con la calidad y cantidad de los elementos examinados (De la Fuente, 2002).
- 7) Principio de certeza: mediante la aplicación de métodos científicos, técnicas especializadas y tecnología adecuada, la criminalística puede alcanzar identificaciones concluyentes respecto de la existencia o procedencia de determinados indicios. Este principio se aplica particularmente a los procesos de identificación personal o material (por ejemplo, la correspondencia entre una huella dactilar y una persona, o la identificación química de una sustancia) (De la Fuente, 2002).

Conjunto, estos principios constituyen el fundamento epistemológico y operativo de la criminalística. Si bien el principio de certeza permite alcanzar resultados concluyentes en la identificación específica de evidencias, el principio de probabilidad rige la reconstrucción global de los hechos, en la cual siempre subsiste un margen razonable de incertidumbre. Esta complementariedad garantiza el rigor científico, la objetividad y la transparencia en el análisis criminalístico.

1.4.4. Preguntas de la investigación criminalística

Se citan las preguntas latinas de Hans Gross: "quis, quid, ubi, quibus auxiliis, cur, quomodo y quando". Organizar la información con estas preguntas (¿Qué?, ¿Quién?, ¿Dónde?, ¿Con qué medios?, ¿Por qué?, ¿Cómo?, y ¿Cuándo?) es crucial. Conocidas como las "preguntas de oro", atribuidas a Marco Fabio Quintiliano (año 88 d.C.). Operativizarlas facilita plantear hipótesis y la teoría del caso.

- ¿Qué?: sobre el hecho investigado.
- ¿Quién?: identidad de los involucrados (autor, víctima, testigos).
- ¿Cómo?: tipo de acciones y circunstancias.
- ¿Cuándo?: tiempo del suceso.
- ¿Dónde?: lugar de los hechos, escena del crimen, competencia.
- ¿Por qué?: enfocado en elementos objetivos y materiales.
- ¿Con qué?: instrumento utilizado, agente vulnerante.

Estas preguntas siguen siendo la base de cualquier investigación criminal. En la práctica moderna, se integran con metodologías de gestión de la investigación y análisis delictivo para asegurar que todas las líneas de investigación sean exploradas sistemáticamente.

1.5. Perfil del perito criminalístico

Existen parámetros estandarizados y protocolos en la investigación científica del delito; por lo tanto, los peritos criminalísticos deben contar con vasto conocimiento de su especialidad y afines, vocación por el servicio a los demás, experiencia en su labor profesional o técnica, con nivel competitivo acorde a los avances científicos y técnicos para asegurar la fiabilidad de sus productos. El perito forense tiene un gran protagonismo en procesos judiciales, auxiliando a magistrados en temas técnico-científicos; donde su actuación puede ser determinante para la correcta administración de justicia. En tal sentido, debe estar en permanente proceso de educación



continúa, con especialización en su campo profesional, en campos que fortalezcan la labor pericial; para desarrollar competencias para enfrentar debates en diferentes escenarios judiciales y académicos con criterios de validez y fiabilidad

Dentro de las cualidades vitales del perito forense, se consideran: habilidades comunicativas, control de sus emociones, minuciosidad selectiva, dominio del lenguaje técnico jurídico y, sobre todo, ética profesional. La falta de ética repercute negativamente en el sistema de justicia y su impacto es contraria a la demanda de la ciudadanía. Asimismo, el liderazgo es otra cualidad “sine qua non”, crucial para el trabajo en equipo con otros expertos y autoridades; pues el trabajo colaborativo dentro de un trabajo debidamente planeado, son esenciales para lograr objetividad y contribuir a demostrar la verdad. Errores por falta de coordinación pueden ser irreparables.

Además de lo mencionado, hoy se valora dentro del perfil del perito forense lo siguiente:

- Competencia demostrada: a través de certificaciones profesionales de organismos reconocidos a nivel nacional o internacional.
- Imparcialidad y objetividad: habilidad para evitar el sesgo cognitivo en el análisis e interpretación de la evidencia.
- Habilidades de comunicación: capacidad para explicar hallazgos complejos de manera clara y concisa, a audiencias no científicas (jueces, jurados, abogados).
- Adherencia a códigos de ética profesional: los peritos forenses de la PNP se rigen por normativas institucionales, normativa de colegios profesionales, y el código de ética de la función pública.

1.5.1. Base legal

- Decreto Legislativo N°1267, Ley de la Policía Nacional del Perú, artículo 16, num 3)., establece que la Dirección de Criminalística PNP es órgano de apoyo a la función de investigación criminal.
- Decreto Legislativo N° 957, Código Procesal Penal, artículo 173° numeral 2, Capítulo III La pericia, señala que en toda investigación la labor pericial se encomendará sin necesidad de designación expresa, a la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú.
- Decreto Legislativo N° 1219, Ley de fortalecimiento de la función criminalística policial, establece las competencias del Sistema Criminalístico Policial.
- Decreto Supremo N° 012-2025-IN, que regula el Reglamento de la Ley de la PNP, establece en el artículo 122° las funciones de la Dirección de Criminalística y en el artículo 123 respecto a la estructura organizacional.
- Decreto Legislativo N° 011-2025-IN, que aprueba el Reglamento de la ley de fortalecimiento de la función criminalística, establece en el artículo 17°, numeral 17.2, que los peritajes tienen carácter oficial y naturaleza técnica-científica.



CAPÍTULO II



INVESTIGACIÓN EN LA ESCENA DEL CRIMEN

CAPÍTULO II: INVESTIGACIÓN EN LA ESCENA DEL CRIMEN

2.1. Generalidades²

2.1.1. Reseña histórica

La investigación en la escena del crimen conocida como criminalística de campo es entendida como el conjunto de técnicas científicas aplicadas directamente en la escena del crimen para la recolección de indicios, surge con el desarrollo moderno de la investigación penal durante el siglo XIX. Su evolución responde a la necesidad de sistematizar la búsqueda de pruebas y a la creciente influencia de la ciencia en los procesos judiciales (Saferstein, 2018).

Uno de los primeros antecedentes de este enfoque está en el trabajo de Alphonse Bertillon, quien en 1883 propone un sistema de identificación humana basado en medidas corporales y fotografías, método conocido como “bertillonaje”. Aunque con el tiempo es superado por sistemas más precisos, como la dactiloscopia, Bertillon marca un precedente al introducir la observación científica en la identificación de sospechosos (Saferstein, 2018). Otro hito importante fue el aporte de Edmond Locard, criminalista francés que en 1910 formuló su famoso “principio de intercambio”, según el cual cualquier contacto deja una traza. Este principio fundamenta gran parte del trabajo criminalístico en campo, al partir de la premisa de que todo autor de un delito necesariamente interactúa con el entorno, dejando o llevándose evidencias físicas.

En el caso peruano, los inicios formales de la criminalística pueden ubicarse en las primeras décadas del siglo XX. Aunque durante mucho tiempo la investigación criminal estuvo a cargo exclusivamente de la Policía con formación empírica, hacia mediados del siglo se comenzó a institucionalizar el uso de herramientas científicas. Un paso importante fue la creación del primer laboratorio de criminalística en Lima, en 1937, bajo iniciativa del Inspector Carlos Ramírez Núñez (Obando, 2024). Este centro permitió el tratamiento técnico de indicios materiales y su análisis por profesionales con formación especializada.

Con el paso de las décadas, el trabajo en la escena del crimen fue evolucionando, integrando disciplinas como la balística, la lofoscopia, la fotografía forense y la biología molecular. En la actualidad, el criminalista de campo debe contar con una formación multidisciplinaria y actuar bajo estrictos protocolos para garantizar la cadena de custodia y la validez probatoria de los indicios. Hoy en día, la División de Investigación en la Escena del Crimen de la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú, a través de sus especialidades desempeña un papel central en la aplicación de la criminalística de campo. Aportando elementos de convicción para el esclarecimiento de los hechos y la debida administración de justicia. Este proceso de modernización no solo fortaleció las capacidades operativas de las unidades policiales, sino que también promovió un enfoque más científico y sistemático para el tratamiento de indicios y evidencias, con miras a lograr resultados más objetivos en las investigaciones penales.

2.1.2. Importancia

La investigación en la escena del crimen cobra relevancia porque, tras la comisión de un hecho delictivo, se generan indicios y evidencias que, al ser analizados, permiten reconstruir detalladamente el suceso, incluyendo las circunstancias y la modalidad de ejecución. Además, facilitan la identificación tanto de las víctimas como de los presuntos responsables y su grado de participación. Este espacio constituye el lugar

² Redactado por: May. PNP Esmeralda Vivanco Vicencio; May. PNP Manuel Alfonso Orrego Aguilar; ST1 PNP Carlos Armando Tapia Gamarra; S1 PNP Edgar Daniel Palomino Chafloque y S2 PNP Gabriel Anthony Quispe Mendoza

donde los especialistas en criminalística de campo aplican su experticia técnico-científica para detectar, localizar, documentar y recolectar los indicios y evidencias que conducirán al esclarecimiento del hecho investigado y al establecimiento de la verdad procesal.

2.1.3. Escena del crimen

También denominada "escenario del delito", "escenario del crimen", "lugar de los hechos" o "sitio del suceso", es el espacio físico donde presumiblemente se ha cometido un hecho delictivo que debe ser investigado, o el lugar donde se encuentran indicios y evidencias que permiten su reconstrucción y análisis. Se considera el punto de inicio de la investigación criminal, ya que en este lugar se recopilan elementos materiales, se documentan las condiciones del entorno y se establecen hipótesis sobre la dinámica del suceso. Su preservación y estudio meticuloso son fundamentales para el esclarecimiento del delito y la identificación de los responsables y, de ser el caso, de las víctimas.

1) Clasificación

a) De acuerdo a sus características

i) Escena típica

Es la escena del crimen, donde se van a encontrar todos los indicios y evidencias relacionados a la comisión de un hecho presuntamente delictuoso.

Figura 1
Escena típica



Nota. Equipo multidisciplinario de peritos de criminalística procesando una escena típica, lugar donde se hallan todos los indicios y evidencias relacionados a la comisión del hecho investigado.

ii) Escena atípica

Se denomina así cuando existen varias escenas del crimen vinculadas a la investigación de un solo hecho delictivo, de las cuales se pueden obtener indicios y evidencias. Entre ellas se encuentran:

- (1) Escena primaria: lugar donde ocurren los hechos y se encuentran todos los indicios y evidencias relacionados con la comisión del hecho criminal.



Figura 2
Escena primaria



Nota. Lugar donde se ha cometido el hecho criminal.

- (2) Medio de transporte: es el medio utilizado para el desplazamiento del cuerpo del delito u otros elementos relacionados con la comisión del hecho, desde el lugar de su comisión hasta el lugar de hallazgo. Cabe precisar que, según la naturaleza del hecho, en algunas ocasiones también se considera como lugar de hallazgo.

Figura 3
Medio de transporte



Nota. Vehículo utilizado para transportar el cadáver de una mujer joven; lugar donde también se van a hallar indicios y evidencias de interés criminalístico.

- (3) Lugar de hallazgo: lugar donde se encuentran indicios y evidencias relacionadas con la comisión de un hecho criminal que se perpetró en otro lugar.



Figura 4
Lugar de hallazgo

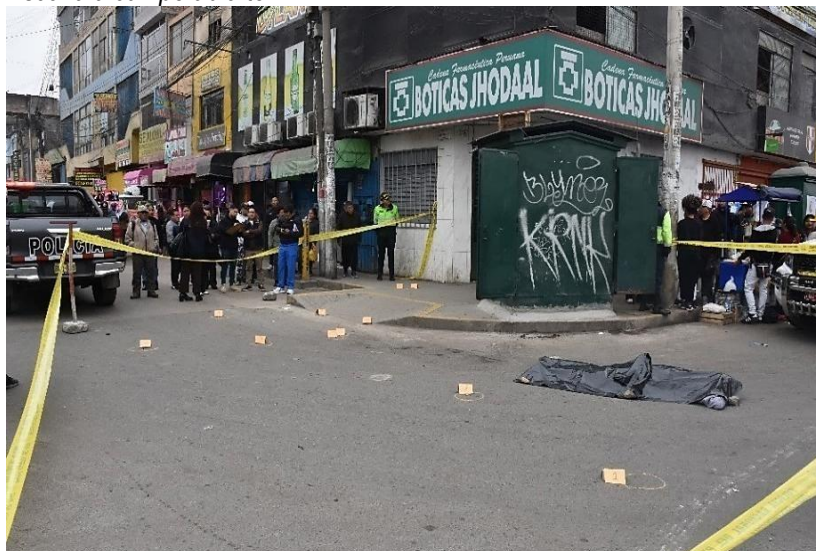


Nota. En la figura se visualiza un pozo de escasa profundidad donde se halló el cadáver de una persona de sexo femenino, signado como lugar de hallazgo.

- b) De acuerdo al tipo de lugar
- i) Escena en campo abierto

Es aquella que se encuentra en espacios exteriores sin delimitaciones físicas, como zonas rurales, descampados, carreteras, playas o bosques. También se define como el lugar no confinado donde ocurre un hecho delictivo, caracterizado por su exposición a factores ambientales y la dificultad para preservar los indicios.

Figura 5
Escena a campo abierto



Nota. Escena correspondiente a la vía pública, la misma que no cuenta con delimitaciones físicas.



ii) Escena en campo cerrado

Son aquellos espacios delimitados por estructuras físicas, como viviendas, oficinas, vehículos o cualquier recinto cerrado, donde se comete un hecho delictivo. Estas escenas están menos expuestas a factores ambientales o a la intervención de terceros.

Figura 6

Escena en campo cerrado



Nota. Escena correspondiente a un dormitorio, cuenta con delimitación física.

iii) Escena mixta

Este tipo de escenas combina las características de escenas al aire libre y cerradas; es decir, cuando el hecho delictivo ocurre en ambos tipos de entornos. Por ejemplo: centros comerciales, mercados, escuelas, estacionamientos, etc.

Figura 7

Escena mixta



Nota. Escena correspondiente a un inmueble cuyo patio posterior no cuenta con delimitaciones físicas.



2) Indicio y evidencia

a) Indicio

Edmond Locard sostiene que los indicios actúan como "testigos mudos que no mienten", puesto que, aunque no hablen, permiten reconstruir lo ocurrido en la escena del crimen mediante su análisis (Lokard, 1923/1930). La palabra "indicio" deriva del latín *indictum*, significando señal que sugiere o hace probable algo.

En términos forenses, un indicio es cualquier elemento material, perceptible a través de los sentidos, que guarda relación con un hecho determinado. Se considera indicio toda huella, rastro, marca, señal o vestigio hallado en el lugar donde ocurrió un delito, los cuales deben ser sometidos a procedimientos específicos y análisis en laboratorio para su adecuada interpretación (Dexia Abogados, 2024). Durante la inspección de una escena del crimen, es posible hallar diversos elementos que podrían estar relacionados con el acto delictivo.

Aunque su naturaleza no se identifique de inmediato, es fundamental no pasarlos por alto. Por ello, deben ser recolectados cuidadosamente para su análisis posterior. Algunos ejemplos de indicios que pueden encontrarse incluyen: polvos de distintos colores (blancos, rojizos, verdosos, entre otros), sustancias granuladas, restos adheridos a superficies, líquidos transparentes, manchas oscuras y fragmentos de materiales desconocidos.

b) Evidencia

El término "evidencia" proviene del latín *evidentia*, que significa aquello que puede percibirse claramente desde el interior, lo que se manifiesta de forma manifiesta (Dexia Abogados, 2024). Desde el enfoque forense y científico, la evidencia se define como cualquier elemento físico o material que posee una existencia objetiva, verificable y real.

Es decir, es algo tangible que puede observarse, analizarse y ser sometido a pruebas científicas. Ejemplos comunes incluyen armas de fuego, objetos punzocortantes o contundentes, entre otros (LibreTexts Español, 2023).

A diferencia del indicio, que es un vestigio aún no identificado plenamente, la evidencia representa el resultado de un análisis técnico o pericial. Por ejemplo, si se encuentra un filamento oscuro en una escena del crimen, no se puede afirmar de inmediato si se trata de un cabello humano, un vello animal o una fibra textil. Solo tras un examen microscópico especializado se determina su verdadera naturaleza. Una vez identificado, este elemento deja de ser un simple indicio para convertirse en evidencia útil dentro del proceso de investigación (LibreTexts Español, 2023).

c) Clases de evidencias

Teniendo en cuenta que las evidencias son también el resultado de los estudios o análisis realizados a los indicios, tenemos las siguientes:

i) Por su origen o naturaleza

(1) Lofoscópicas o papilares

- (a) Dactiloscópicas
- (b) Quiroscópicas



(c) Pelmatoscópicas

(2) Biológicas

- (a) Sangre, saliva
- (b) Semen (espermias)
- (c) Fluidos fisiológicos (heces, orina, vómitos, sudor, vísceras, etc.)
- (d) Cabello, pelo, vello (tricológico)
- (e) Restos de piel u osamentas - Tejidos, fibras - Otros.

(3) Físicas

- (a) Objetos materiales en general
- (b) Documentos
- (c) Elementos explosivos
- (d) Armas de fuego (pistolas, revólveres, fusiles, etc.)
- (e) Armas blancas (cuchillo, machetes, navajas, etc.)
- (f) Armas contundentes (piedras, palos, etc.)

(4) Químicas

- (a) Pinturas y óleos
- (b) Combustibles y derivados
- (c) Elementos radioactivos
- (d) Otros

(5) Toxicológicas

- (a) Drogas ilícitas en general
- (b) Medicamentos
- (c) Venenos, incluidos los cáusticos (lejía, soda cáustica, etc.)
- (d) Alcoholes
- (e) Otros

(6) Digitales

- (a) Dispositivos que almacenan información en formato digital (pc, notebook, tablets, celulares, servidores, cd, usb, etc.).

(7) Otros

- (a) Huellas de pisadas, de calzado, de neumáticos, fracturas, mordeduras en general, etc.

ii) Por su relación con el crimen o delito se dividen en dos:

- (1) Aquellas evidencias que, tras ser analizadas o estudiadas, demuestran tener relación directa con el delito o crimen se convierten en pruebas que ayudan a esclarecer los hechos



investigados. Estas son fundamentales para confirmar lo ocurrido y respaldar las investigaciones.

- (2) Por otro lado, existen evidencias halladas en la escena del crimen que no están vinculadas con el hecho delictivo. Si no se analizan correctamente, pueden llevar a conclusiones equivocadas y desviar la investigación, por lo que es esencial evaluarlas con cuidado antes de considerarlas relevantes.

2.2. Investigación en la escena del crimen

2.2.1. Definición

A partir de su naturaleza técnico-científica, la investigación en la escena del crimen se define como el conjunto de diligencias especializadas que ejecuta el perito criminalístico en un espacio donde se presume que se ha cometido un hecho delictivo. Estas acciones se orientan al reconocimiento, recolección, preservación y posterior análisis de los indicios o evidencias materiales hallados en el lugar, mediante la aplicación rigurosa de métodos y técnicas propias de las diversas disciplinas que conforman la criminalística.

El proceso inicia cuando el equipo de peritos, en coordinación con el representante del Ministerio Público (RMP), llega al sitio del suceso. Se monta una inspección sistemática para localizar, recolectar y trasladar adecuadamente los elementos materiales de prueba, vitales para identificar a posibles víctimas y autores, y determinar su participación (Rojas y Orozco, 2023).

La investigación criminalística no debe entenderse como una observación superficial, esta etapa implica un análisis meticuloso y protocolizado, reconocimiento que comparte el valor de ciencia del pequeño detalle destacado por Hans Gross. Asimismo, el protocolo señala que se debe coordinar inmediatamente el aislamiento y perennización de la escena para preservar evidencias y mantener la cadena de custodia (Protocolo Interinstitucional, 2018).

En el contexto de una escena del crimen, se realizan comúnmente dos tipos de inspección:

1) Inspección criminalística

Anteriormente denominada inspección técnico criminalística, esta etapa es realizada por peritos de criminalística en la escena del crimen, quienes aplican conocimientos especializados en áreas como biología, balística e ingeniería sobre los indicios y evidencias hallados, con el fin de esclarecer los hechos materia de investigación, identificar a los presuntos autores y su grado de participación, así como, en determinados casos, a las víctimas.

2) Inspección técnico policial

Es realizada por el personal policial con conocimientos y competencias operativas en la investigación del delito.

2.2.2. Naturaleza del concepto de investigación en la escena del crimen

Para comprender el concepto de investigación en la escena del crimen, es fundamental partir del análisis etimológico y semántico de la palabra "investigación". El término proviene del latín *investigatio*, que a su vez se deriva del verbo *investigare*, compuesto por el prefijo *in-* (dentro de) y *vestigium* (huella, rastro). En ese sentido, investigar implica "adentrarse en las huellas"; es decir, buscar, indagar o seguir rastros



con el propósito de descubrir algo que ocurrió previamente (Real Academia Española [RAE], 2024; Corominas y Pascual, 2011).

Aplicado al contexto forense, la investigación de la escena del crimen puede definirse como la actividad sistemática y metódica orientada a identificar, recolectar, preservar y analizar vestigios físicos presentes en un lugar donde se ha cometido un hecho delictivo. Esta tarea tiene como objetivo reconstruir los hechos, establecer responsabilidades y aportar elementos probatorios válidos ante la justicia (Jiménez, 2020). Desde esta perspectiva, la investigación se compone de dos dimensiones esenciales:

1) El proceso metodológico

Se refiere al conjunto de pasos que deben seguirse durante la intervención en la escena del crimen, guiados por los principios del método científico. Este proceso incluye el aseguramiento del lugar, la observación técnica, la búsqueda de indicios, su fijación, levantamiento, embalaje y posterior análisis en laboratorio.

2) El aspecto formal

Corresponde a la estructuración de los resultados obtenidos durante la investigación, generalmente plasmados en un informe pericial. Este documento tiene un formato normado y constituye el medio oficial mediante el cual los peritos presentan sus conclusiones técnicas al sistema de justicia.

Es importante destacar que, a diferencia de una investigación policial de carácter criminal, la investigación en la escena del crimen posee una naturaleza eminentemente técnico-científica. En ella intervienen especialistas en distintas disciplinas de la criminalística (balística, biología e ingeniería forense, entre otras), que actúan en conjunto bajo un enfoque multidisciplinario. Este modelo garantiza un análisis preciso, objetivo y respaldado por la evidencia física, lo que permite esclarecer los hechos conforme a los principios de la ciencia forense (Silva, 2019).

2.2.3. Importancia

En la escena del crimen se recurre a procedimientos de búsqueda, perennización, recolección y traslado de indicios y evidencias que permiten reunir elementos probatorios relacionados con el lugar, la víctima y quien pudiera ser responsable. Dichos elementos proporcionan un respaldo técnico y científico a las áreas de investigación y son determinantes para esclarecer el hecho y garantizar una adecuada administración de justicia.

2.2.4. Elementos necesarios

1) Personal

Debe contar con formación especializada y reunir las competencias personales y profesionales necesarias para desempeñar su labor de manera eficiente. Es fundamental que el ingreso a la escena sea limitado al número mínimo de personas requerido, con el propósito de conservar la integridad del lugar y evitar cualquier alteración que comprometa la investigación.



Figura 8
Peritos de criminalística



Nota. Personal del sistema criminalístico policial de diferentes especialidades, quienes abordan la escena del crimen de acuerdo a la naturaleza del hecho.

2) Equipo

Para garantizar que la inspección criminalística se realice de manera eficiente, eficaz y segura, es fundamental contar con instrumentos, reactivos y equipos adecuados. Estos permiten efectuar una búsqueda precisa, así como la localización, fijación, recolección, tratamiento, preservación y embalaje correcto de los indicios o evidencias. Posteriormente, dichos elementos son remitidos al laboratorio de criminalística o procesados por personal especializado en el lugar de los hechos.

Asimismo, resulta esencial el uso de materiales o equipos de protección personal (EPP) que aseguren la bioseguridad del personal interviniente, el perito debe emplear herramientas específicas según la naturaleza de cada indicio, como restos biológicos, elementos balísticos, sustancias toxicológicas, huellas papilares o impresiones de calzado, entre otros. El equipo puede variar desde implementos básicos hasta instrumentos altamente especializados, según la complejidad del caso.

Figura 9
Kit básico de criminalística



Nota. Equipo de criminalística que consta de un maletín con reactivos, brochas, aplicadores, herramientas y otros para la recolección de indicios y evidencias, así como con una cámara fotográfica, cinta de aislamiento, distanciómetro laser y una brújula (entre otros) para el abordaje.



a) Equipo mínimo o básico

- i) Equipo de búsqueda y ubicación (linterna, lupa, cinta métrica).
- ii) Maletín para la búsqueda, revelado y recojo de huellas papilares (polvos tipo óxido, metálicos, magnéticos y brochas).
- iii) Instrumental e implementos para el recojo y embalaje de diversas muestras (recipientes de plástico, bolsas de plástico y de papel de diversos tamaños, etiquetas de cadena de custodia, etc.).
- iv) Implementos de bioseguridad (guantes, mascarillas, etc.) - cámara fotográfica.

b) Equipo medio

Adicionalmente a los equipos de nivel mínimo, se debe contar con:

- i) Estuche de herramientas básicas (desarmadores, alicate, tijeras. etc.).
- ii) Instrumental e implementos para la detección y recojo de manchas biológicas (reactivos de orientación).
- iii) Maletín equipado para el levantamiento de huellas de calzado, neumáticos y otros.
- iv) Equipo para toma de impresiones (tampón o rodillos con tinta. etc.).
- v) Numeradores de evidencias.
- vi) Cintas para protección de escena.
- vii) Escalas.

c) Equipo máximo

Adicionalmente a los equipos de nivel medio, se debe contar con:

- i) Kit de diversos reactivos usados en el laboratorio (biología, toxicología. ingeniería. etc.)
- ii) Equipo de luces forenses de diversas longitudes de onda
- iii) Reactivos de orientación quimio luminiscentes
- iv) Aspiradora de indicios y/o evidencias
- v) Equipos de comunicación
- vi) Conos de seguridad
- vii) GPS
- viii) Faros o lámparas de alta potencia para el trabajo nocturno
- ix) Máscaras antigases
- x) Overoles de bioseguridad y lentes de protección ocular - botas de jebe - otros.

2.2.5. Niveles de abordaje de la escena del crimen

Para llevar a cabo una investigación científica en cualquier ámbito del conocimiento humano, es necesario seguir ciertos lineamientos que permitan esclarecer adecuadamente los hechos. En el campo de la criminalística, esto implica la aplicación de una secuencia metodológica que guíe al personal interviniente en el cumplimiento del objetivo propuesto. En este sentido, durante el abordaje y análisis de la escena





del crimen o lugar del hecho, se han identificado cuatro niveles de intervención, los cuales se establecen en función del tipo de personal participante, según se detalla a continuación:

1) Primer nivel de abordaje

El primer nivel de abordaje de una escena del crimen es desarrollado por el efectivo policial que actúa como primer interviniente. Este tiene la responsabilidad de ejecutar una serie de acciones destinadas a preservar la integridad de la escena y los indicios, asegurando así una correcta inspección criminalística. Estas acciones comprenden cuatro etapas clave: conocimiento del hecho, verificación y comprobación del hecho, aislamiento y protección de la escena, y comunicaciones.

a) Conocimiento del hecho

Se refiere a la información inicial que recibe la autoridad policial sobre la posible comisión de un hecho delictuoso (noticia criminal), la cual puede provenir de distintas fuentes: una denuncia, exposición, referencia informal o cualquier otra forma de alerta. Esta puede recibirse de dos maneras:

i) Directa

Cuando el efectivo policial toma conocimiento personalmente del hecho durante sus labores habituales o por cualquier otra circunstancia (flagrancia).

ii) Indirecta

Cuando recibe la noticia criminal a través de una denuncia verbal, escrita, telefónica, por medios de comunicación, entre otros. Al momento de tomar conocimiento del hecho, se debe registrar lo siguiente:

- (1) Hora en que se tomó conocimiento.
- (2) Lugar del hecho, con referencias claras.
- (3) Medio por el cual se obtuvo la información.
- (4) Datos del informante o denunciante (si fuera posible).
- (5) Toda la información relevante que permita comprender la naturaleza del suceso.
- (6) Orientaciones al denunciante o agraviado para evitar la alteración de la escena.

b) Verificación del hecho

Implica confirmar la veracidad de la noticia criminal a partir de la información recopilada. Esta actividad debe ser realizada por personal policial, priorizando siempre las siguientes acciones en orden:

- i) Preservación de la vida.
- ii) Preservación de la escena.
- iii) Preservación de las evidencias.

Para ello, el personal debe:

- i) Usar implementos de bioseguridad (guantes, mascarillas, etc.).
- ii) Contar con materiales para el aislamiento (cintas, conos, cuerdas, entre otros).
- iii) Evitar alterar la escena al ingresar o salir, usando rutas menos transitadas.
- iv) Informar al personal especializado sobre su desplazamiento en la escena.



- v) Coordinar atención médica inmediata para heridos, registrando los datos del profesional que brindó auxilio.
- vi) Observar y reconocer elementos de valor probatorio para protegerlos y garantizar su adecuado tratamiento posterior.

c) Aislamiento y protección de la escena

El aislamiento inmediato y adecuado de la escena es fundamental para evitar su contaminación, ya que la presencia de curiosos, medios de comunicación o familiares de las víctimas puede comprometer la integridad de los indicios. Por ello, la protección del lugar debe establecerse tan pronto como sea verificada la ocurrencia del hecho. La ocupación de la escena por el primer interviniente tiene como finalidad establecer el foco y la periferia del evento delictivo, delimitando el espacio mediante un cordón de seguridad. En casos complejos, se recomienda el uso de un doble acordonamiento con los siguientes componentes:

- i) Acceso principal: destinado al ingreso del personal autorizado para la labor pericial.
- ii) Vía de evacuación: ruta segura para el ingreso y salida del personal.
- iii) Punto de encuentro: zona para coordinaciones, planeamiento, ubicación de materiales y control de ingreso/salida, a cargo del primer interviniente.
- iv) Acceso secundario: vía hacia la periferia o foco principal, próxima al punto de encuentro.
- v) Cordón interior: delimita el área inmediata donde se encuentran los indicios.
- vi) Cordón exterior: se establece en paralelo al cordón interior para impedir el acceso de personas no autorizadas.

La protección y el aislamiento de la escena del crimen constituyen procedimientos esenciales que permiten preservar la intangibilidad del lugar, garantizando que los indicios y evidencias no sean comprometidos antes de su intervención técnica. Su adecuada ejecución responde a los siguientes objetivos:

- i) Evitar que los indicios o evidencias sean alterados, modificados, destruidos, aumentados o sustraídos.
- ii) Proteger la escena de factores climáticos que puedan dañar o borrar señales importantes, como huellas, manchas o trazas.
- iii) Tomar medidas de seguridad para impedir el acceso de personas no autorizadas que puedan contaminar el lugar.

Para ello, se deben colocar barreras físicas, como cintas de seguridad, sogas o vallas, acompañadas de letreros visibles que indiquen, por ejemplo: “ESCENA DEL CRIMEN - PROHIBIDO EL INGRESO”, entre otros avisos similares. Recomendaciones para el aislamiento según el tipo de escenario:

i) En campo abierto

- (1) Delimitar el área con los medios disponibles (cintas, sogas, tranqueras, maderas, etc.), asegurando una zona suficientemente amplia que preserve la integridad de la escena.
- (2) Asignar personal policial o civil idóneo para custodiar los puntos de ingreso o zonas críticas.
- (3) No existe una medida fija de delimitación; esta debe ajustarse a la magnitud y características del hecho investigado.



- (4) En horario nocturno, utilizar linternas, lámparas, luces intermitentes, reflectores u otros elementos de señalización.
- (5) Proteger los indicios de agentes atmosféricos (viento, lluvia, polvo, humedad, etc.) mediante el uso de carpas, toldos o tiendas de campaña.
- (6) Evitar que los vehículos policiales o de otras autoridades alteren las huellas existentes, superponiéndolas o destruyéndolas accidentalmente.

Figura 10

Escena a campo abierto



Nota. Aislamiento de una escena del crimen a campo abierto (vía pública) realizado con cinta de plástico color amarillo. Este doble acordonamiento se recomienda para este tipo de escenarios.

ii) En lugares cerrados

El aislamiento en ambientes cerrados es generalmente menos complejo, aunque requiere atención en áreas adyacentes al hecho, como puertas, ventanas, tragaluces o accesos por donde pudo haber ingresado o huido el autor del delito.

- (1) Adoptar las mismas medidas de protección que en campo abierto.
- (2) Asignar personal vigilante en puertas, pasillos, patios, techos y ventanas, así como en accesos exteriores del inmueble.
- (3) En ausencia de personal policial suficiente, se podrá solicitar apoyo de otras instituciones públicas, evitando involucrar a personas relacionadas con el hecho.
- (4) En edificios públicos o comerciales, utilizar rótulos que informen sobre la restricción de acceso.
- (5) Si el personal especializado demora en llegar o por disposición del Ministerio Público, debe implementarse un sistema de relevos para asegurar la continuidad del resguardo de la escena.



Figura 11
Escena a campo cerrado



Nota. Fig. izquierda: aislamiento y protección de una escena del crimen a campo cerrado (vivienda). Fig. derecha: aislamiento protección de un departamento. Se coloca la cinta en las vías de acceso y puntos vulnerables.

d) Comunicaciones

Una vez verificado el hecho, y de forma simultánea con el aislamiento, se debe comunicar de inmediato a las siguientes instancias:

- i) Unidad policial competente.
- ii) Unidad de criminalística.
- iii) Ministerio Público.
- iv) Unidades especializadas (según la naturaleza del hecho).

Esta comunicación es responsabilidad del primer interviniente y debe incluir información detallada que permita a los equipos especializados prever el personal y materiales necesarios. Asimismo, se debe elaborar el acta de intervención correspondiente y permanecer en el lugar hasta la finalización de todas las diligencias.

2) Segundo nivel de abordaje

Se encuentra a cargo de los peritos del sistema criminalístico policial, quienes se encargan del procesamiento de la escena del crimen mediante el empleo de reactivos, equipos e instrumental básico necesarios para la búsqueda, ubicación, perennización, recolección, traslado y tratamiento de indicios y evidencias; cabe precisar que el perito de investigación en la escena del crimen es quien dirige operativamente el abordaje de la escena en coordinación con los demás participantes, siguiendo los procedimientos que a continuación se detallan:



a) Llegada a la escena

i) Información previa

Al llegar a la escena del crimen o del delito, los peritos criminalísticos deben recopilar de inmediato información previa o básica relacionada con el hecho denunciado o en proceso de investigación, priorizando la obtención de datos objetivos y verificables proporcionados por las primeras personas que descubrieron el evento (testigos, agraviados o efectivos policiales). Esta acción tiene como finalidad evitar distorsiones o imprecisiones que afecten el abordaje técnico del lugar. En caso de no contar con acceso directo a estas fuentes primarias, se coordina con el efectivo policial a cargo (pesquisa), a fin de obtener una narrativa preliminar que oriente la intervención pericial.

La responsabilidad de esta coordinación recae en el perito de investigación en la escena del crimen, quien asume el rol de “jefe del equipo o grupo de peritos”, sin que ello dependa necesariamente de su antigüedad o jerarquía, sino de su función técnica y preparación específica para dirigir la inspección. Este profesional será el encargado de establecer contacto con el representante del Ministerio Público, el pesquisa, testigos, agraviados u otras autoridades presentes, según el caso. Los demás especialistas del equipo multidisciplinario de criminalística deberán mantenerse a la espera de la autorización expresa del jefe del equipo para ingresar al área intervenida, garantizando así el orden y la intangibilidad de la escena.

ii) Coordinación con personal policial, representante del Ministerio Público y otras autoridades

Previo al abordaje de la escena, el perito responsable debe coordinar con las autoridades intervinientes, en particular con el representante del Ministerio Público, quien dirige la investigación jurídica del delito y ejerce la acción penal. El propósito es establecer directrices de trabajo que eviten interferencias entre los participantes.

iii) Registro cronológico de los hechos

Para una adecuada intervención en la escena del crimen, es esencial efectuar un registro cronológico detallado de los hechos y circunstancias relevantes, el cual será consignado en el acta e informe pericial correspondiente. Este registro permite establecer una línea de tiempo que contribuye a la reconstrucción del suceso investigado y a la toma de decisiones técnicas durante la diligencia.

Entre los aspectos a consignar se encuentran:

- (1) Hora de descubrimiento del hecho.
- (2) Hora de aviso a la Policía Nacional.
- (3) Hora de inicio de la protección y aislamiento de la escena.
- (4) Hora de comunicación con la unidad de criminalística.
- (5) Hora de llegada del equipo pericial al lugar de los hechos.
- (6) Hora de inicio de la inspección criminalística.
- (7) Hora de conclusión de la inspección.

iv) Observación panorámica previa

Antes de iniciar el desplazamiento sistemático dentro de la escena, se debe realizar una inspección visual panorámica para registrar preliminarmente todas las circunstancias visibles y determinar el





método de ocupación más adecuado al contexto físico y situacional. Esta será realizada por el perito de investigación en la escena del crimen en coordinación con los demás participantes, considerando lo siguiente:

- (1) Condiciones atmosféricas: registrar el estado del tiempo al momento de cada hora indicada: presencia de sol, viento, polvo, humedad, lluvia u otros factores climáticos que puedan haber alterado la escena o las evidencias.
- (2) Estado físico de la escena: considerando
 - (a) Número de puertas, ventanas y otros accesos.
 - (b) Cuántas estaban abiertas, cerradas o presentaban signos de forzamiento.
 - (c) Si estaban parcialmente abiertas, se debe especificar el ángulo de apertura.
 - (d) Identificación de objetos extraños en marcos de puertas, ventanas u otros accesos.
 - (e) Acciones o alteraciones realizadas por las primeras personas que descubrieron o intervinieron en la escena.
 - (f) En lugares abiertos, especificar el número de accesos existentes y su posible utilización por parte del autor.
- (3) Presencia de instrumentos o elementos vulnerantes: ubicación y características de objetos empleados en la comisión del hecho, tales como armas, herramientas u otros elementos físicos.

Información sobre las personas que descubrieron el hecho: evaluar las circunstancias en las que se realizó el hallazgo. Por ejemplo, si la persona refiere haber encontrado cerradas puertas y ventanas, el perito debe plantearse preguntas como:

 - ¿Cómo se perpetró el hecho?
 - ¿Por dónde se produjo el ingreso?
 - ¿Quién cerró los accesos?
 - ¿Las puertas estaban aseguradas desde el interior o el exterior?
- (4) Verificación de fracturas o daños materiales: examinar puertas, ventanas, cerraduras, candados y otros elementos, estableciendo la existencia de daños recientes o signos de violencia. Registrar la presencia de restos de materiales (madera, metal, vidrios), marcas o deformaciones que puedan dar indicios sobre el instrumento utilizado.
- (5) Observación de indicios externos: preservar cualquier evidencia ubicada en el perímetro externo de la escena, tales como manchas, trazas, huellas o señales en muros, pisos o vidrios. Estas deben ser documentadas fotográficamente y representadas en croquis o diagramas.
- (6) Documentación inmediata: desde el momento de su arribo, el perito debe anotar todo lo observado, evitando omisiones. La evidencia visual debe ser capturada desde múltiples ángulos, sin ingresar a la zona delimitada, respetando la intangibilidad de la escena y asegurando su perennización técnica.

Esta información permite al perito responsable definir cuántos especialistas ingresarán, cómo será su ingreso, qué procedimientos se emplearán y qué equipos serán necesarios.



b) Planeamiento de la inspección criminalística

Es un proceso que garantiza que la investigación en la escena del crimen se realice de forma organizada, eficiente y con el menor riesgo para el personal interviniente. Este proceso incluye la evaluación previa de riesgos presentes en la escena, la adopción de medidas de control y bioseguridad, la determinación del personal pericial que ingresará al lugar y la selección adecuada del instrumental necesario para la recolección de evidencias. Asimismo, se establece un plan para la recuperación de indicios y evidencias, y se selecciona el método de registro más adecuado para documentar la escena. Este enfoque integral permite preservar la integridad de la evidencia, garantizar la seguridad de los involucrados y maximizar la efectividad de la investigación.

i) Evaluación de riesgos

Es el procedimiento mediante el cual el perito de investigación en la escena del crimen identifica, analiza y valora la probabilidad de que una persona pueda sufrir un daño como consecuencia de la exposición a peligros presentes en el lugar de los hechos. Este análisis debe contemplar los siguientes aspectos: la probabilidad de ocurrencia de una lesión, la posible gravedad del daño y las medidas de control necesarias para mitigar dichos riesgos. El objetivo principal es minimizar al máximo la posibilidad de afectación al personal interviniente, reconociendo que toda intervención conlleva un nivel de riesgo inherente.

Este proceso permite tomar decisiones orientadas a reducir el riesgo a niveles aceptables, dado que, en la mayoría de los casos, no es factible eliminarlo por completo. Es indispensable realizar una evaluación detallada de posibles factores que comprometan la seguridad del personal y demás participantes. Para ello, se recaba información del primer interviniente y testigos, y se debe contar con la autorización correspondiente para proceder. Esta evaluación incluye:

- (1) Identificación de peligros por zonas.
- (2) Determinación del origen de los riesgos.
- (3) Identificación de los posibles afectados.
- (4) Valoración de la magnitud e impacto de los riesgos.
- (5) Documentación de los hallazgos.
- (6) Revisión y actualización de medidas preventivas, si corresponde.

ii) Medidas de control

Los peritos deben adoptar medidas de bioseguridad acordes al tipo de riesgo presente, con el fin de evitar la exposición a agentes biológicos, químicos, físicos o radiactivos. Para ello, deberán contar con el equipo de protección individual adecuado.

iii) Medidas de bioseguridad

Comprenden un conjunto de acciones preventivas orientadas a reducir y controlar los riesgos a los que se exponen los operadores, con el objetivo de evitar la contaminación cruzada durante el manejo de evidencias en la escena del crimen, en el laboratorio o en la manipulación de cadáveres. Para ello, el uso adecuado del equipo de protección personal (EPP) debe seguir principios clave:

- (1) Universalidad: a pesar de no conocer los antecedentes de un cadáver, es imperativo seguir todas las recomendaciones y estándares de bioseguridad para prevenir la exposición a riesgos infecciosos y otros peligros.



- (2) Uso de barreras: al manipular evidencias, se debe evitar el contacto directo con sangre, fluidos corporales u otras sustancias potencialmente contaminantes, utilizando barreras adecuadas que protejan al operador del contacto con estos materiales.
- (3) Eliminación de material contaminado: los dispositivos, medios y materiales utilizados en la atención de cadáveres deben eliminarse conforme a los protocolos establecidos por la autoridad sanitaria competente.

El EPP está diseñado para proteger al perito de la exposición a contaminantes, infecciones o lesiones físicas. Este equipo se estructura en tres capas:

- (1) Capa interna: incluye un kit de cirujano descartable (chaqueta, pantalón, gorro, cubre calzado), botas, guantes de nitrilo, respirador N95 (FPP2) o N99 (FPP3).
- (2) Capa media: consiste en un overol o mameluco descartable (enterizo), cubre calzado externo (de largo hasta la rodilla), y protección ocular (lentes o escudo facial completo).
- (3) Capa superficial: comprende un mandilón descartable y guantes de látex.

iv) Determinación de los peritos que ingresan a la escena

El orden de ingreso será establecido en función del tipo de hecho investigado y la naturaleza de las evidencias, buscando preservar su integridad. El ingreso será autorizado por el jefe del equipo pericial en coordinación con las autoridades competentes.

v) Determinación del instrumental a emplearse

El equipo técnico debe seleccionar previamente el instrumental necesario para el levantamiento de evidencias, en base al conocimiento preliminar del caso. Esto evita demoras y el uso de materiales no adecuados, manteniendo la inmediatez del procedimiento.

vi) Plan de recuperación de indicios y evidencias

Los indicios y evidencias deben ser tratados de acuerdo a su importancia investigativa y al grado de deterioro que presenten por su naturaleza. Esta priorización guía el orden de su documentación, recolección, embalaje y traslado.

vii) Selección del método de registro

La elección del método de registro dependerá del tipo de escenario (abierto, cerrado o mixta). Aunque existen múltiples técnicas, se debe asegurar una cobertura completa de la escena. Los métodos más utilizados son:

- (1) Método de cuadros.
- (2) Método lineal o en peine.
- (3) Método espiral o en reloj.
- (4) Método directo o de punto a punto.
- (5) Método por zonas.
- (6) Método por franjas.
- (7) Método en abanico.

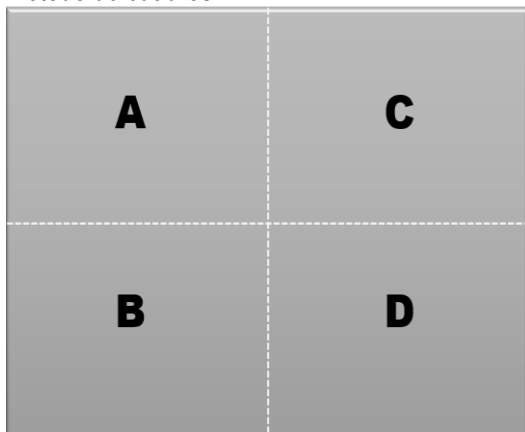


c) Ingreso a la escena

Una vez seleccionado el método de registro, el perito procede a su aplicación, ingresando a la escena según las características del lugar (campo abierto, campo cerrado o escena mixta), los mismos que se desarrollarán de la siguiente manera:

- (1) Método de cuadros: consiste en dividir la escena en cuadrantes mediante líneas imaginarias, tiza o crayón. Cada cuadro es numerado o rotulado con letras y asignado a un perito para su registro sistemático. Este método es recomendado principalmente para ambientes cerrados, ya que permite una inspección metódica, evitando omisiones.

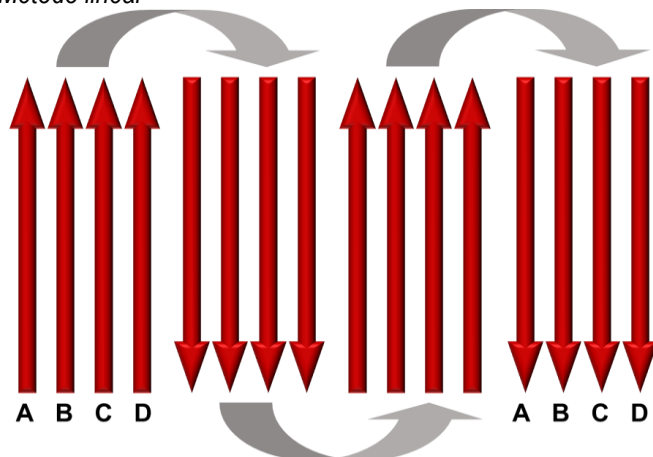
Figura 12
Método de cuadros



Nota. La escena se divide en cuadrantes asignándole a cada área una letra o número, recomendado para escenas a campo cerrado.

- (2) Método lineal o de peine: el personal se ubica en una fila y avanza de manera paralela desde un extremo del área hacia el lado opuesto. Luego gira hacia uno de los lados y retorna siguiendo la misma técnica, cubriendo completamente la superficie. Es ideal para terrenos amplios y campo abierto.

Figura 13
Método lineal



Nota. Los peritos se ubican en fila y avanzan juntos de manera paralela desde un extremo al otro, luego giran en bloque y repiten la operación. Recomendado para escenas a campo abierto.



- (3) Método espiral o en reloj: se inicia desde el perímetro externo hacia el centro de la escena, siguiendo una trayectoria en espiral. Generalmente se emplean dos o más peritos, cada uno inspeccionando un sector. Una vez situados en el centro, pueden repetir el recorrido en sentido inverso. Este método es apropiado para zonas abiertas con punto central definido.

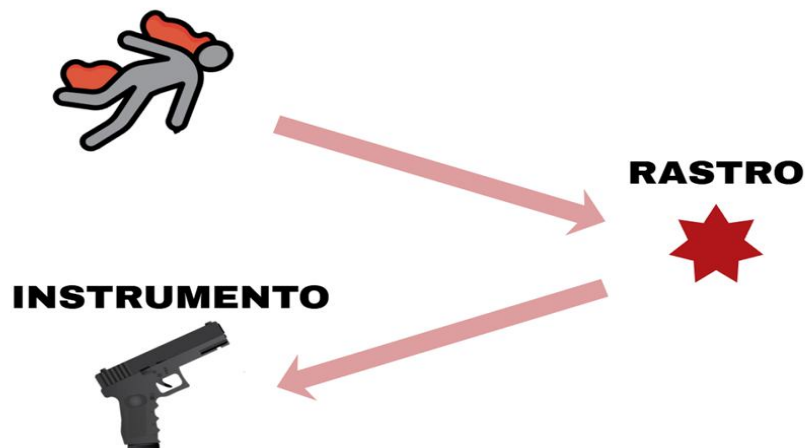
Figura 14
Método espiral



Nota. El perito ingresa desde el perímetro externo hacia el centro como un espiral o manijas del reloj. Recomendado para escenas a campo abierto con un punto medio definido.

- (4) Método directo: se utiliza en escenas sencillas o de pequeña extensión. El perito recorre la escena sin seguir un patrón geométrico específico, guiándose por la observación directa de los indicios. Se aplica en lugares cerrados y de fácil control visual.

Figura 15
Método directo

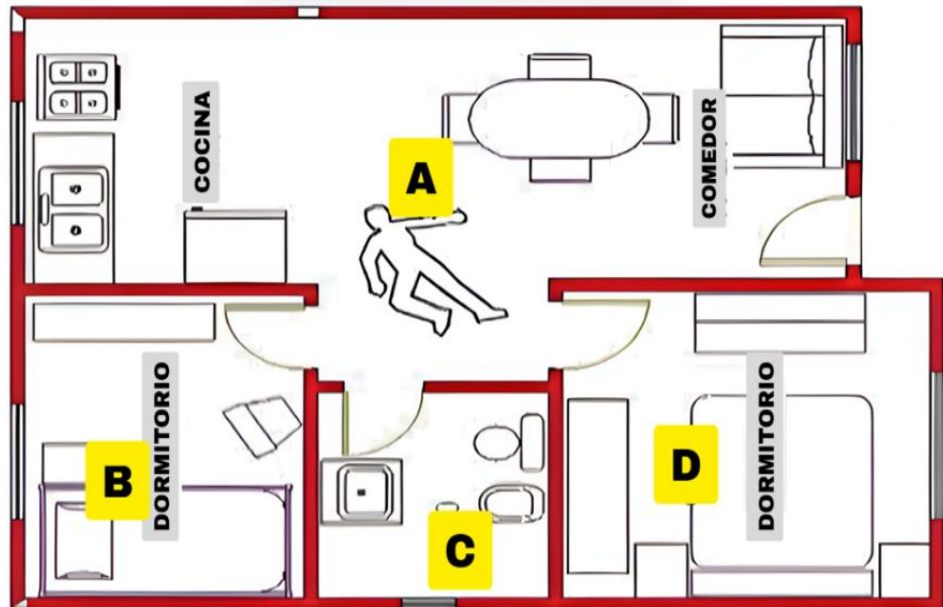


Nota. El perito ingresa a la escena sin seguir un patrón, guiado solo por la observación. Este método es recomendado para escenas sencillas y de pequeñas extensiones.

- (5) Método por zonas: se divide la escena en áreas de acuerdo con su importancia:
- (a) Zona A: zona focal, donde se ha producido el hecho principal.
 - (b) Zona B: zona adyacente al foco.
 - (c) Zona C: áreas periféricas o de menor relevancia.

También se puede dividir por la estructura del inmueble (sala, dormitorio, cocina, etc.).

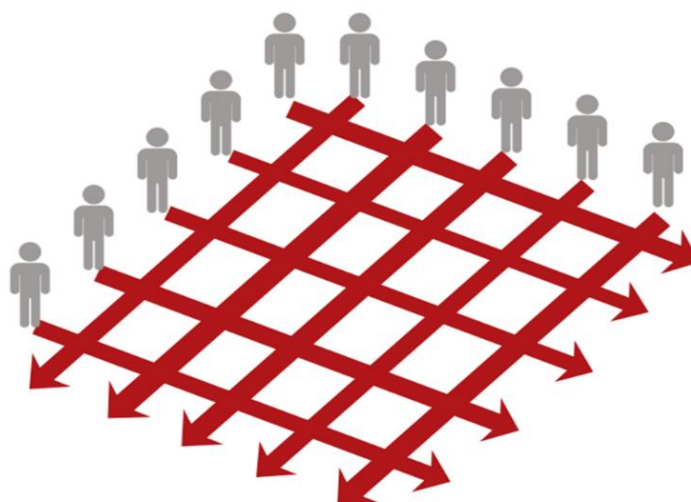
Figura 16
Método por zonas



Nota: La escena se divide en áreas de acuerdo a su importancia o por la estructura del inmueble. Recomendado para inspecciones en vehículos y escenas a campo cerrado amplias como en caso de incendios de gran magnitud o envergadura.

- (6) Método por franjas: consiste en una doble inspección en forma de peine. Primero se recorre el lugar en dirección Sur-Norte y luego en sentido perpendicular (Este-Oeste). Se recomienda para áreas extensas y abiertas, permitiendo incluso el uso de medios de transporte como bicicletas o motocicletas.

Figura 17
Método por franjas

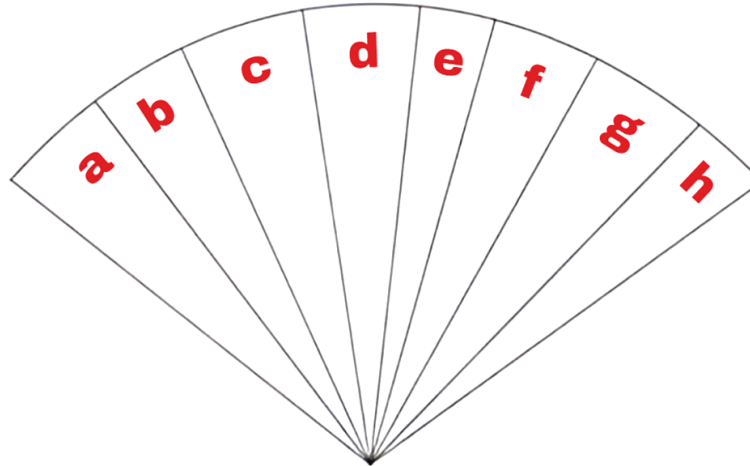


Nota. Consiste en un doble peine, los peritos ingresan utilizando los puntos cardinales como referencia para su desplazamiento. Recomendado para escenas extensas abiertas de gran magnitud.



- (7) Método de abanico: de uso práctico, el perito avanza desde un extremo del lugar y explora en forma de abanico, inspeccionando piso, paredes y techo, cubriendo sistemáticamente el campo visual.

Figura 18
Método de abanico



Nota. El perito se desplaza desde un punto hasta el otro extremo y retorna, vuelve hacer la misma operación avanzado como un abanico. Recomendado para escenas a campo cerrado.

i) Búsqueda de indicios y evidencias

Luego de seleccionar el método de inspección más adecuado, el perito en investigación criminal debe emplear de forma integral sus sentidos (vista, olfato, oído, tacto y, en casos excepcionales, el gusto) durante el proceso de búsqueda y análisis de indicios. En todo momento, debe evitar la alteración, contaminación, modificación o destrucción de las evidencias presentes en la escena. Para ello, es fundamental adoptar las siguientes precauciones básicas:

- (1) Protección del calzado: el perito enfunda los zapatos con materiales como plástico, papel o tela. Si no cuenta con estos, realiza el desplazamiento con extremo cuidado, avanzando sobre la punta de los pies para no perturbar las huellas existentes.
- (2) Manipulación de objetos: el perito no toca, mueve, roza ni sacude objetos que se encuentren en el interior de la escena sin la debida autorización técnica.
- (3) Ambientes oscuros: cuando la escena está a oscuras, el perito no acciona el interruptor de luz directamente. Utiliza una linterna para verificar, con ayuda de una lupa, la posible existencia de huellas en el interruptor. Si existen, las revela y levanta conforme a los protocolos técnicos establecidos.
- (4) Conducta dentro de la escena: el personal prohíbe terminantemente fumar, ingerir alimentos, arrojar residuos o introducir cualquier sustancia o elemento, por más insignificante que parezca, dentro de la escena del crimen.
- (5) Acciones en ausencia de especialistas: cuando no cuentan con peritos especializados (biólogo, balístico, ingeniero, etc.), el perito de investigación en la escena del crimen asume la responsabilidad de ejecutar los procedimientos correspondientes, aplicando los conocimientos generales de criminalística.



Figura 19

Búsqueda de indicios y evidencias en la escena del crimen



Nota. De acuerdo al método seleccionado los peritos realizan la búsqueda de indicios y evidencias en la escena del crimen.

ii) Numeración de indicios y evidencias

La numeración de los indicios constituye un paso fundamental en la perennización de la escena del crimen. Permite establecer un orden lógico y cronológico para su registro, análisis y documentación fotográfica. Existen dos formas principales:

- (1) De lo general a lo particular: este criterio de numeración parte del indicio o elemento central del hecho investigado, considerado como la evidencia principal. Por ejemplo, en presunto homicidio, el cadáver constituye el eje de la escena y se asigna el número 1. A partir de este punto focal, se continua con la numeración de los indicios periféricos siguiendo un orden lógico y espacial, priorizando aquellos más próximos o directamente vinculados con la evidencia principal. Este método permite estructurar la escena de manera jerárquica y facilita la comprensión integral del evento.
- (2) De lo particular a lo general: en este procedimiento la numeración de los elementos se realiza conforme estos son ubicados durante inspección criminalística, sin establecer previamente una jerarquía central. El registro sigue la secuencia del hallazgo, lo que exige del perito una adecuada capacidad de observación, análisis y criterio técnico para identificar que elementos guardan relación con el hecho investigado. Este método resulta útil en escenas complejas o dinámicas, donde la disposición de los indicios no permite identificar de inmediato un elemento principal.

Además, deberá tener en cuenta las siguientes pautas generales para realizar la búsqueda:

- Del piso a las paredes y el techo: despejar piso o suelo, luego paredes y techo.
- De lo general a lo específico.
- De los más frágil a lo menos frágil.
- De lo minucioso a lo amplio.



- De lo evidente a lo oculto.

Asimismo, en los lugares donde los elementos sean diminutos es posible que los investigadores tengan que buscar apoyados en manos y rodillas, no caminando.

Figura 20

Numeración de indicios y evidencias



Nota. El perito coloca la numeración a los indicios conforme son hallados en la escena del crimen (de lo general a lo particular).

iii) Métodos de ubicación espacial de los indicios

Para establecer con precisión la posición de los indicios dentro de la escena, se emplean tanto métodos tradicionales como tecnologías modernas:

- (1) Método rectangular: utiliza dos puntos fijos cercanos (generalmente paredes) para trazar ángulos rectos hacia el indicio. Se prefiere su uso en escenas cerradas donde existen estructuras permanentes.

Figura 21 Método rectangular



Nota. El perito ubica el indicio o evidencia tomando dos puntos fijos de referencia, formando un rectángulo imaginario. Recomendado para escenas a campo cerrado.



- (2) Método triangular: se seleccionan dos puntos fijos externos (postes, árboles, grifos, etc.) y se mide la distancia desde cada uno hacia el indicio, formando un triángulo cuya intersección señala la ubicación exacta. Este método es ideal para campo abierto.

Figura 22

Método triangular



Nota. El perito ubica el indicio o evidencia tomando como referencia dos puntos fijos e inamovibles, formando un triángulo imaginario. Recomendado para escenas a campo abierto.

- (3) Métodos alternativos (escenas abiertas sin referencias fijas):
 - (a) Tecnológicos: GPS diferencial o submétrico, escáneres 3D, drones o software de georreferenciación.
 - (b) Analógicos: aplicaciones móviles con geoposicionamiento.
 - (c) Topográficos: descripción relativa con base en elementos geográficos naturales (montañas, ríos, quebradas, árboles singulares, etc.).

iv) Perennización de la escena del crimen

Es el proceso técnico que fija para la posteridad las condiciones generales y específicas en las que se encuentra la escena del crimen. Su objetivo establece, describe y conserva el estado original del lugar de los hechos, incluyendo la disposición de personas, objetos, evidencias, condiciones atmosféricas y características temporales. La importancia de este procedimiento radica en que constituye una fuente permanente de información para el proceso investigativo; permite realizar reconstrucciones posteriores de los hechos con base objetiva; y facilita el análisis retrospectivo y la toma de decisiones sobre la necesidad de nuevos exámenes periciales. Para lograr una correcta perennización, se utilizan diversos medios técnicos que se complementan entre sí:

- (1) Descripción escrita: corresponde al registro manuscrito, objetivo y detallado que el perito realiza en el lugar de los hechos. Puede desarrollarse bajo dos enfoques, los cuales deben ser precisados al inicio del acta:
 - (2) Desde el punto de vista del objeto: el perito asume la perspectiva del objeto descrito. Ej.: el lado anterior izquierdo de un vehículo es donde se ubica el volante.



- (3) Desde el punto de vista del observador: se registra la ubicación de los elementos en relación con la posición del perito. Ej.: el volante se describe como ubicado al lado anterior derecho del observador.
- (4) Fotografía forense: es el método más empleado por su accesibilidad, fidelidad y versatilidad. Se realizan tres tipos de tomas:
 - (a) Panorámicas: capturan la totalidad del ambiente o contexto general de la escena.
 - (b) De acercamiento: muestran sectores específicos que enmarcan las evidencias o puntos de interés.
 - (c) De detalle: focalizan de manera precisa los indicios, acompañados de escalas métricas, es fundamental no limitar el número de tomas; toda evidencia o condición relevante debe ser documentada visualmente.
- (5) Planimetría forense: consiste en la representación gráfica en papel de las características del terreno o de la escena, utilizando escalas definidas y signos convencionales. Incluye tanto elementos naturales como artificiales, con el fin de ilustrar con exactitud la disposición espacial.
- (6) Filmaciones y grabaciones: permiten registrar imágenes en movimiento, sonidos del ambiente y voces presentes en la escena. Constituyen herramientas insustituibles para la documentación integral, ya que su reproducción no requiere procesos técnicos adicionales y proporciona una visión dinámica del lugar.
- (7) Reconstrucción tridimensional (infografía forense): consiste en animar digitalmente en 3D los hechos ocurridos, mediante software especializado. Esta técnica permite visualizar escenarios virtuales que reproducen con fidelidad las condiciones originales de la escena, lo que facilita el análisis técnico y su exposición ante instancias judiciales o académicas.
- (8) Fotogrametría con aeronave pilotada remotamente (dron), también denominado RPA por sus siglas en inglés: esta técnica permite obtener modelos digitales precisos del entorno o de objetos específicos a partir de múltiples fotografías aéreas captadas por drones. Al procesar estas imágenes, se genera una nube de puntos georreferenciada, lo cual permite reconstruir tridimensionalmente la escena, medir distancias reales y analizar la distribución espacial de los elementos.

Figura 23

RPA utilizado en una escena del crimen



Nota. Dron (RPA) utilizado por peritos de escena del crimen.





(1) Recojo de los indicios y/o evidencias

La intervención en la escena del crimen la lleva a cabo un equipo multidisciplinario de peritos especializados (criminalística, balística, biología, toxicología, ingeniería, etc.), quienes recogen las evidencias conforme a la naturaleza del hecho y su campo de competencia. No obstante, si se encuentra únicamente el perito en inspecciones criminalísticas, este asume dicha labor, garantizando la legalidad, pertinencia y continuidad de la cadena de custodia, teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones generales:

- (a) Garantizar la legalidad del procedimiento.
- (b) Describir cada evidencia en apuntes técnicos.
- (c) Identificarlas mediante etiquetas o códigos únicos.
- (d) Embalarlas adecuadamente según su naturaleza.
- (e) Mantener de forma ininterrumpida la cadena de custodia.

(2) Embalaje, rotulado y remisión de indicios y evidencias

La adecuada gestión de los indicios y evidencias materiales hallados en la escena del crimen constituye un componente fundamental del proceso pericial, pues garantiza su integridad, autenticidad y valor probatorio. Para ello, es imprescindible aplicar protocolos técnicos en cada etapa, desde la selección del envase hasta su remisión al laboratorio correspondiente.

Este procedimiento incluye la correcta elección del material de embalaje, el rotulado conforme a estándares establecidos y el transporte bajo cadena de custodia. Cada uno de estos pasos se ejecuta con rigurosidad, según la naturaleza del indicio y las exigencias del análisis forense solicitado, con el objetivo de preservar las condiciones originales del elemento y evitar su alteración, contaminación o pérdida.

(a) Selección del envase

La selección del envase adecuado constituye un aspecto esencial en la conservación de los indicios y/o evidencias, cuyo principio fundamental es preservar su integridad física y protegerlos contra daños, contaminación o alteración desde el momento de su recolección hasta su llegada al laboratorio para su análisis.

El perito acude a la escena del crimen provisto de una variedad de materiales y envases que le permiten responder eficientemente a la naturaleza del indicio encontrado. Entre estos se incluyen: cajas de diversos tamaños, bolsas de papel o plástico, frascos de vidrio, botellas, papel para envolver, cintas adhesivas, cordeles o cuerdas, entre otros. En casos específicos, algunos de estos materiales se encuentran esterilizados, especialmente cuando se trata de evidencias biológicas o sensibles.

Estos elementos forman parte indispensable del equipo operativo del perito, quien los tiene siempre disponibles y de fácil acceso durante la intervención. En situaciones que implican traslado a larga distancia, se aplican medidas reforzadas de protección para evitar deterioros.

Ejemplos prácticos:

- En el caso de objetos con huellas papiloscópicas, se debe evitar el contacto con las superficies críticas mediante técnicas de embalaje que aislen dicha área.



- Los elementos frágiles (como vidrio, cerámica o similares) deben embalarse con materiales que amortigüen impactos y prevengan su fractura.
- Todos los paquetes deben ser cerrados de forma segura y verificable, de modo que cualquier intento de apertura indebida pueda ser fácilmente detectado por el receptor.

(b) Embalaje y rotulado

Una vez localizados, señalizados y documentados los indicios y evidencias en la escena del crimen, se procede con su adecuado embalaje para el posterior traslado al laboratorio, considerando siempre la naturaleza del indicio y el tipo de análisis pericial requerido. El embalaje garantiza la integridad del contenido, utilizando materiales específicos y técnicas acordes al tipo de evidencia.

Posteriormente, los indicios se rotulan conforme a los formatos normativos establecidos, incluyendo una descripción detallada del contenido, el número del documento que respalda la diligencia de inspección, la ubicación precisa del recojo, el tipo de examen pericial solicitado, la identificación del perito responsable de la recolección y cualquier observación relevante. El rótulo lo firma el personal policial que recolecta la muestra, además se aplican sellos, marcas y rúbricas oficiales que aseguran la inviolabilidad del embalaje.

(c) Remisión al laboratorio

Las muestras recolectadas se embalan en contenedores adecuados, preferentemente rígidos como cajas de cartón o madera, asegurando su inmovilidad interna para evitar deterioros durante el transporte. La correcta manipulación y el embalaje técnico resultan determinantes para conservar la integridad de la muestra para los análisis correspondientes.

Las evidencias se remiten en el menor tiempo posible, con precintos originales y de forma individualizada, incluso si provienen de un mismo origen. Se indica el número de oficio de remisión, la fecha, el contenido específico y el examen requerido. El documento de remisión detalla la relación entre cada muestra y la persona o hecho investigado. Se evita la solicitud de análisis innecesarios.

El traslado de las evidencias se realiza bajo estricto cumplimiento del procedimiento de cadena de custodia, garantizando su autenticidad, integridad y trazabilidad. Este proceso resulta esencial para preservar las condiciones originales de los elementos materiales probatorios o bienes incautados.

(d) Transporte al laboratorio central

Cuando los indicios y evidencias se recolectan en zonas alejadas o en provincias sin acceso inmediato a un laboratorio de criminalística, como en el caso del Laboratorio Central en Lima, se requiere un tratamiento especializado. Se cumple rigurosamente con las normas técnicas de embalaje, rotulado, transporte y cadena de custodia, a fin de evitar su contaminación, deterioro, alteración o pérdida, asegurando así su utilidad en los análisis forenses subsiguientes. En algunos casos, dependiendo de la naturaleza del elemento, se utiliza la cadena de frío.



(3) Formulación de documentos

La elaboración de los documentos en el abordaje de una escena del crimen, por parte de los peritos de criminalística, se realiza de forma objetiva y precisa, respetando el orden cronológico de las diligencias efectuadas en la inspección. En ellos se registran las especialidades que intervinieron según los indicios o evidencias halladas y su correspondiente fijación o perennización. A continuación, se describen algunos de los documentos considerados relevantes:

- (a) Acta de investigación de la escena del crimen.
- (b) Acta de hallazgo y recojo de evidencias.
- (c) Acta de lacrado.
- (d) Rótulo.
- (e) Formulario de cadena de custodia.
- (f) Notificaciones.
- (g) Toma de impresiones dactilares.
- (h) Otros que se considere pertinentes.

(4) Finalización de la investigación en la escena del crimen

El cierre de la escena podrá ser temporal, total o indefinido, según lo disponga la autoridad fiscal o judicial competente. Finalizadas las diligencias, el fiscal, cuando lo estime necesario y en coordinación con el encargado de la investigación (pesquisa) y los peritos de criminalística, podrá ordenar que el lugar permanezca aislado y resguardado para inspecciones posteriores (cierre temporal). Esta medida implica la limitación del acceso y de la circulación de personas, atendiendo a la naturaleza del suceso. De no requerirse nuevas intervenciones, se dispondrá el cierre total al concluir la inspección.

La libre disposición de la escena por parte de los agraviados implica que las actividades periciales y de investigación han concluido y no existen diligencias pendientes. En tal supuesto, los agraviados recuperan la libre disposición del lugar, pudiendo retomar sus actividades habituales (incluida la manipulación de objetos, la limpieza o el ingreso de personal rutinario) conforme a las características del sitio.

(5) Formulación del informe pericial

El perito de escena del crimen, como especialista en el tratamiento técnico del lugar de los hechos, actúa como auxiliar de la justicia en el ámbito público. Su labor principal consiste en procesar la escena mediante la observación, identificación, revelado, recolección, rotulado, embalaje y preservación de los indicios o evidencias con relevancia para la investigación.

En tal sentido, tiene la responsabilidad de elaborar el informe pericial de escena del crimen, documento técnico en el que se detallan las diligencias realizadas, los indicios recolectados y las condiciones generales del lugar. Su finalidad es dejar constancia de los hechos observados y aportar información técnica fiable que sirva de base para las pericias especializadas y el esclarecimiento del hecho investigado.



Cabe señalar que los procedimientos antes descritos deben ser ejecutados por personal policial, en estricto cumplimiento de lo dispuesto en el Código Procesal Penal, considerando los siguientes aspectos:

- (a) La motivación o fundamentación de la inspección.
- (b) Descripción de la situación o estado de hechos, sea persona o cosa, sobre los que se hizo la inspección criminalística.
- (c) La exposición detallada de lo que se ha comprobado en el lugar de los hechos.

3) Tercer nivel de abordaje

Este nivel de abordaje también se encuentra a cargo de los peritos del sistema criminalístico policial, quienes realizan la búsqueda y recolección de indicios y evidencias en la escena del crimen empleando equipos, instrumental y reactivos especializados.

Durante el desarrollo o al concluir la inspección criminalística de segundo nivel, si los peritos determinan la necesidad de continuar la búsqueda con mayor precisión, pueden solicitar el apoyo de un equipo especializado. Este grupo utiliza equipos y reactivos avanzados, como fuentes de luz forense y reactivos de alta sensibilidad para la detección de fluidos biológicos (Luminol, Bluestar u otros), con el propósito de efectuar una búsqueda minuciosa que permita identificar rastros imperceptibles al ojo humano.

Figura 24
Tercer nivel de abordaje



Nota. Peritos realizando la búsqueda de indicios de interés biológico en un caso de agresión sexual, utilizando luces forenses.

4) Cuarto nivel de abordaje

Cuando la escena del crimen presenta mayor complejidad y requiere la participación de profesionales ajenos al sistema criminalístico policial, tales como ingenieros civiles, arquitectos, veterinarios, entre otros, así como de oficios especializados como cerrajeros, pintores, albañiles, entre otros, se procede a su incorporación con el objetivo de obtener resultados precisos que permitan el esclarecimiento de los hechos materia de la investigación.



2.3. Técnicas de revelado de huellas papilares

2.3.1. Huellas papilares

La evidencia papilar constituye uno de los indicios físicos más relevantes en el ámbito forense, debido a su carácter único y permanente. Las glándulas sudoríparas y sebáceas, ubicadas en la dermis, producen una secreción conocida como sudor, compuesta en un 99% por agua, además de sales minerales como cloruros y fosfatos de sodio; así como ácidos grasos, urea, amoníaco y ácido úrico. Estos componentes son excretados a través de los poros y, al entrar en contacto con superficies adecuadas, dejan una impresión característica.

Estas impresiones, generadas por el contacto directo de las yemas de los dedos, la parte anterior de las manos o las plantas de los pies, se denominan huellas papilares, siempre que queden registradas sobre superficies capaces de captarlas y preservarlas. Desde la perspectiva forense, las huellas papilares pueden clasificarse en tres tipos:

1) Por la región del cuerpo que las produce:

- a) Huellas dactilares: proveniente de la yema de los dedos de la mano.
- b) Huellas quiroscópicas: correspondientes a las palmas de las manos.
- c) Huellas pelmatoscópicas: generadas por la planta del pie.

2) Por el origen o sustancia de grabación:

- a) Huellas latentes: invisibles a simple vista y que requieren tratamiento químico o físico para ser reveladas.
- b) Huellas visibles o patentes: que no necesitan tratamiento adicional. Estas pueden subdividirse en:
 - i) Impresas o por adición: se producen cuando una sustancia (como sangre, grasa, pintura o tinta) adherida a las crestas papilares se transfiere a una superficie.
 - ii) Por sustracción: ocurren cuando las crestas papilares remueven parcialmente una sustancia presente en la superficie (por ejemplo, polvo o grasa), dejando un negativo del dibujo.
 - iii) Moldeadas o por presión: se forman al presionar las crestas papilares sobre materiales plásticos no endurecidos como cera, plastilina o masilla, dejando una impresión en relieve.
- c) Desde el punto de vista técnico:
 - i) Huellas positivas: en las cuales las crestas se reflejan tal como en el dactilograma natural.
 - ii) Huellas negativas: donde lo que se observa son los surcos en lugar de las crestas, como ocurre en las huellas por sustracción o presión.

3) Por su presentación:

- a) Huellas aisladas: se presentan en fragmentos o como máximo en dos impresiones conjuntas.
- b) Huellas simultáneas: se manifiestan tres o más impresiones de dedos en una misma superficie.



2.3.2. Reactivos utilizados para el revelado de huellas lofoscópicas

En la actualidad, los avances tecnológicos han permitido un desarrollo significativo en las técnicas de procesamiento de huellas latentes. Para esta labor, se emplean instrumentos especializados que utilizan fuentes de luz alterna con diversas longitudes de onda, tales como la luz ultravioleta (UV) y la luz infrarroja, así como reactivos químicos en distintas presentaciones: sólidas, líquidas y gaseosas. Estos compuestos son manipulados exclusivamente por peritos en criminalística.

Dentro de los reactivos sólidos, destacan los polvos finos, cuya forma y composición varían en función de las características del soporte a examinar, como el color, textura o estructura de la superficie. Estos polvos pueden presentarse en tonalidades negras, plateadas, sedosas, metálicas, magnéticas, fluorescentes, fosforescentes o de colores variados; incluso, existen versiones multifondo que cambian de color para generar mayor contraste con la superficie tratada.

1) Principios para la aplicación de reactivos

- a) Color: es fundamental que el color del reactivo proporcione un contraste adecuado respecto a la superficie en la cual se encuentra la huella. Esto permite una mejor visualización y facilita su correcta documentación fotográfica.
- b) Adherencia: el comportamiento del polvo o reactivo dependerá en gran medida de las condiciones ambientales, especialmente de la humedad. Es fundamental que el reactivo se adhiera correctamente a las zonas sudoríparas o sebáceas que conforman la impresión, sin alterar su morfología.

2.3.3. Reveladores de huellas papilares de campo

1) Reactivos físicos

Los reactivos físicos constituyen una herramienta esencial en el tratamiento de huellas latentes, tanto en el lugar de los hechos como en el laboratorio criminalístico. Estos productos, en su mayoría en forma de polvo, se adhieren a los residuos de agua y grasa depositados por las crestas papilares, siendo especialmente útiles en huellas recientes. Para su correcta aplicación, deben utilizarse en estado seco y estar libres de partículas oleosas que puedan interferir con su adherencia.

Figura 25
Reactivo físico



Nota. Perito realizando el revelado de huellas papilares con el empleo de reactivo Silk Black en la superficie de un vaso de vidrio.



a) Polvos óxidos

Estos polvos son altamente eficaces para detectar huellas recientes en superficies duras, lisas y no porosas, tales como vidrio, cerámica, mármol, metal pulido y pinturas lavables. Se caracterizan por su volatilidad y su tendencia a oscurecer los fondos, por lo que deben emplearse con precaución. Pueden aplicarse antes del uso de la ninhidrina y después del tratamiento con cianoacrilato. Existen versiones fluorescentes que, al ser activadas mediante fuentes de luz alterna, como luz ultravioleta (luz de Wood) o láser, permiten la observación en condiciones de baja iluminación y facilitan su registro fotográfico.

b) Polvos metálicos

Estos polvos son especialmente adecuados para el revelado de huellas en superficies metálicas y galvanizadas. Su principal ventaja radica en el contraste visual que ofrecen, gracias al brillo característico de metales como la plata. A diferencia de los polvos óxidos, presentan una granulometría más gruesa, lo cual facilita su aplicación y mejora la visibilidad sobre ciertos fondos.

c) Polvos magnéticos

Formados por partículas finas de hierro de alta calidad, estos polvos permiten el tratamiento de una amplia gama de soportes, incluyendo materiales porosos como papel, cartón, madera, plástico y fórmica, además de superficies compactas. Son especialmente eficaces para revelar huellas recientes sin dañar la evidencia, gracias al uso de aplicadores magnéticos que minimizan el contacto directo.

d) Reactivo de partículas pequeñas

El Small Particle Reagent (SPR) es una técnica especializada que permite detectar huellas latentes sobre superficies no porosas que han estado expuestas al agua. Su acción se basa en la interacción entre los ácidos grasos presentes en las secreciones papilares y las partículas finas suspendidas en un medio acuoso con surfactantes, comúnmente disulfuro de molibdeno. Este método deja un depósito visible, generalmente gris, sobre la zona tratada.

Existen versiones fluorescentes (SPR-UV) que requieren luz alterna para su visualización. Es ideal para su aplicación en metales oxidados, ventanas grasientas, superficies con residuos salinos y objetos sumergidos por tiempo prolongado. Las huellas reveladas mediante este método son frágiles, pero pueden ser fijadas mediante fotografía o levantadas por métodos convencionales.

2.3.4. Reactivos químicos usados en laboratorio

Los reactivos químicos permiten el revelado de huellas latentes en condiciones controladas de laboratorio, ampliando la eficacia de los métodos físicos aplicados en el lugar de los hechos. Su uso depende del tipo de soporte (poroso, compacto o adhesivo), del tiempo transcurrido desde la deposición de la huella y de la posibilidad de aplicar tratamientos posteriores con técnicas complementarias.

1) Yodo

El yodo se presenta en forma sólida (cristales) o líquida (ampollas) y se utiliza mediante la exposición de sus vapores. Su aplicación permite revelar huellas papilares sobre superficies porosas, compactas y plásticas, tales como papel, cartón, madera o ciertos polímeros. El efecto revelador es transitorio, ya que las impresiones suelen desvanecerse después de aproximadamente cuatro horas, por lo que deben ser documentadas fotográficamente de inmediato. En caso necesario, es posible realizar una nueva exposición a vapores para su reactivación.





2) DFO (diazafluoren)

Este compuesto es un derivado de la ninhidrina que reacciona con los aminoácidos presentes en los residuos papilares, generando fluorescencia. Para su visualización se requiere una fuente de luz alterna, como la luz ultravioleta (luz de Wood). Es especialmente útil en superficies porosas y resulta más sensible que la ninhidrina en determinadas condiciones.

3) Ninhidrina

Reactivo ampliamente utilizado para el revelado de huellas en soportes absorbentes como papel, cartón, triplay y otros materiales similares. Tiene la capacidad de revelar huellas muy antiguas. Se comercializa en forma de spray o en cristales, los cuales deben disolverse en acetona. El tiempo de revelado puede variar, prolongándose hasta diez días, dependiendo de las condiciones ambientales y del tipo de soporte.

4) Nitrato de plata

Utilizado sobre superficies absorbentes como papel, cartón y madera sin tratar, este reactivo permite revelar impresiones papilares aún más antiguas que las detectadas con ninhidrina. Su proceso puede acelerarse mediante la aplicación de luz alterna, siendo eficaz en condiciones donde otros reactivos no ofrecen resultados adecuados.

5) Cianocrilato

El vapor de cianoacrilato (Super Glue) se adhiere a los componentes de la huella latente y permite su revelado en superficies compactas y porosas, incluyendo cuero, cuerina y plástico. Posteriormente, las huellas pueden tratarse con reactivos de contraste, fluorescentes o no, para mejorar su visualización. Existen presentaciones comerciales en sobres individuales y dispositivos especializados, como el Cyanowand, que facilitan su aplicación directa.

6) ASP (Adhesive Side Powder)

Diseñado específicamente para el tratamiento de superficies adhesivas, como cintas de embalaje, gutaperchas o esparadrapos; este reactivo se adhiere a las crestas papilares visibles en el lado pegajoso del soporte, permitiendo su posterior fijación o registro.

7) Violeta de genciana

Análogo al ASP, es también eficaz para revelar huellas sobre superficies adhesivas. Se emplea cuando se requiere mayor contraste o cuando el ASP no ofrece resultados satisfactorios. Su uso es común durante la inspección criminalística para buscar huellas papilares del presunto autor del hecho delictivo.

2.3.5. Métodos de fijación y levantamiento de huellas papilares

Una vez reveladas las huellas papilares, es fundamental proceder a su fijación y levantamiento de manera adecuada, garantizando su conservación como evidencia física y asegurando su validez durante el proceso judicial. La técnica empleada depende del tipo de superficie, la calidad de la huella y el entorno donde se encuentre la evidencia.

1) Fijación fotográfica

La fijación fotográfica es el primer paso obligatorio antes del levantamiento de cualquier huella. Consiste en registrar la huella revelada mediante fotografía, usando una escala métrica (generalmente en milímetros), un ángulo perpendicular y una iluminación adecuada. En el caso de huellas fluorescentes, se debe emplear la misma fuente de luz alterna utilizada en el revelado. Este método asegura la



conservación visual de la impresión papilar en su contexto original, permitiendo su análisis posterior, incluso si la huella se deteriora durante el levantamiento.

2) Levantamiento con cintas adhesivas

Es uno de los métodos más comunes y eficaces para huellas reveladas con polvos físicos. Se utiliza una cinta adhesiva transparente que se aplica cuidadosamente sobre la huella para adherir el polvo revelador sin alterarla. Luego, la cinta se transfiere a una base rígida (generalmente una tarjeta blanca, negra o de color contrastante) que sirve como fondo para su conservación. Este método es aplicable en superficies lisas, no porosas y compactas, como vidrio, metal o plástico.

3) Levantamiento directo del soporte

Cuando el objeto que contiene la huella es portátil, de tamaño pequeño y no compromete la integridad de la evidencia, puede embalsarse en su totalidad y remitirse al laboratorio para su estudio. Este método se recomienda cuando el levantamiento con cinta puede alterar o destruir la huella.

4) Impresión por contacto (calco)

Este método se emplea cuando no es posible realizar el levantamiento convencional. Consiste en presionar una lámina plástica o papel adhesivo sobre la superficie con la huella para obtener su réplica. Se utiliza principalmente en superficies curvas, rugosas o de difícil acceso.

5) Moldeo

En huellas moldeadas o por presión (por ejemplo, en cera, plastilina o barro), puede aplicarse una sustancia moldeable (como silicona dental) que copia en negativo el relieve de la huella. Una vez seco, el molde puede ser analizado en laboratorio.

6) Escaneo o digitalización

En escenarios donde la tecnología lo permite, se emplean escáneres de alta resolución o cámaras especializadas para registrar digitalmente la huella revelada, lo que permite su procesamiento y análisis en sistemas automáticos de identificación, como el AFIS.

Recomendaciones generales:

- Utilizar guantes en todo momento para evitar la contaminación de la evidencia.
- Documentar detalladamente el procedimiento seguido (hora, lugar, tipo de revelador, método de fijación, nombre del perito).
- Conservar cada huella levantada en un sobre individual, etiquetado adecuadamente, respetando la cadena de custodia.

2.4. Búsqueda especializada de indicios en laboratorio

En el laboratorio forense, se desarrollan procedimientos técnicos especializados para la detección y visualización de indicios latentes en prendas y elementos materiales probatorios (EMP) recolectados previamente en la escena del crimen.

Estos indicios, muchas veces imperceptibles al ojo humano, pueden haber sido alterados o eliminados parcialmente mediante lavado, limpieza u otros intentos de ocultamiento. Para su detección, se emplean equipos de luces alternas y reactivos quimioluminiscentes, como el luminol y el Bluestar.



2.4.1. Equipos de luces alternas

Las fuentes de luz alterna son herramientas fundamentales en el laboratorio de criminalística. Permiten la observación de evidencias latentes mediante la emisión de luz en longitudes de onda específicas, provocando reacciones como fluorescencia o absorción en materiales orgánicos e inorgánicos.

Estos equipos identifican rastros de sangre, semen, fibras, cabellos, tejidos, saliva, huellas papilares, fluidos biológicos, sustancias fluorescentes y restos de drogas, especialmente en prendas de vestir, sábanas, calzado, tapicería, armas, herramientas y otros EMP (Ministerio del Interior, 2015).

Los equipos más usados incluyen el BLUEMAX, FAL 2000 y CRIMELITE 42S, que requieren filtros de barrera y gafas especiales para una correcta visualización. Las evidencias detectadas se fotografían, fijan y registran adecuadamente, respetando los principios de individualización y cadena de custodia. Este proceso se realiza en condiciones controladas de iluminación en el laboratorio, lo que permite obtener resultados más precisos que en campo.

2.4.2. Reactivos de orientación sanguínea de alta sensibilidad

En los casos en que las prendas u objetos están lavados con la intención de eliminar evidencia hemática, se recurre a reactivos quimioluminiscentes que reaccionan con los residuos invisibles de sangre. Estos reactivos se aplican sobre las superficies sospechosas en ambientes oscuros del laboratorio y se documentan fotográficamente mediante equipos sensibles a la luz.

1) Luminol

Reactivo altamente sensible que detecta trazas invisibles de sangre mediante una reacción de quimioluminiscencia azulada. Su acción se basa en la actividad peroxidasa de la hemoglobina humana, incluso en cantidades mínimas. Se usa en laboratorio sobre prendas y objetos para verificar la existencia de residuos hemáticos en áreas previamente lavadas o tratadas, como polos, pantalones, cuchillos, herramientas y otros EMP. El luminol no se aplica sobre muestras destinadas a análisis genético, pues puede interferir en el proceso.

2) Bluestar

Reactivo análogo al luminol, pero más estable, seguro y específico, ya que no altera el ADN presente en la muestra. Se aplica en laboratorio para analizar prendas o superficies donde se sospecha la presencia de sangre humana lavada. Puede usarse junto con el test Hexagon OBTI, que confirma si el rastro revelado corresponde a sangre humana. Se presenta en versiones como Bluestar Forense y Bluestar Magnum, que ofrecen luminiscencias intensas visibles bajo distintas condiciones de luz, facilitando su documentación fotográfica.

Ambos reactivos se emplean después del uso de fuentes de luz alterna, siguiendo un protocolo riguroso. La documentación se realiza con cámaras profesionales, trípodes y condiciones controladas, asegurando la validez del hallazgo como prueba pericial.

2.4.3. Reactivo multipropósito para la detección de actos ilícitos

Son sustancias usadas en criminalística para detectar actos ilícitos mediante la transferencia de partículas fluorescentes entre superficies. Estos reactivos, visibles o invisibles, se adhieren a la piel, ropa u otros objetos; permitiendo su identificación posterior mediante fuentes de luz ultravioleta u otras longitudes de onda especializadas.





1) Tipos de reactivos

a) Reactivos invisibles

Incluyen polvos fluorescentes invisibles, polvo en aerosol, pastas, lacas y tintas que no son perceptibles a simple vista. Se aplican en superficies como metal, papel moneda, piel humana o vestimenta. Su detección solo es posible mediante iluminación forense específica, lo que los convierte en herramientas discretas y efectivas para operaciones encubiertas.

b) Reactivos visibles

Son productos que dejan marcas detectables a simple vista, como polvos y pastas de detección de manchas, utilizados para evidenciar contacto físico o manipulación indebida de objetos o dinero.

c) Aplicación en el laboratorio

En el ámbito forense, estos reactivos se aplican a prendas de vestir, dinero, objetos metálicos u otros elementos materiales que ingresan al laboratorio para ser analizados en busca de rastros de manipulación o contacto indebido. Mediante el uso de luces forenses (UV, infrarrojo u otras), el perito puede detectar la transferencia del reactivo y determinar patrones de contacto o movimientos sospechosos.

2) Aplicación operativa

En operaciones de inteligencia y flagrancia realizadas por la Dirección Contra la Corrupción de la Policía Nacional del Perú, el uso de reactivos multipropósito es fundamental para evidenciar la entrega o recepción ilícita de dinero u objetos. Su aplicación en billetes, sobres o paquetes permite documentar el momento del contacto mediante fluorescencia, proporcionando evidencia objetiva y confiable que se registra fotográficamente y se utiliza como sustento probatorio en las investigaciones correspondientes.

Estos reactivos, al no ser perceptibles a simple vista en su presentación invisible, permiten una intervención encubierta y segura, sin alertar al implicado. Su posterior revelado en laboratorio garantiza la trazabilidad de los actos delictivos.

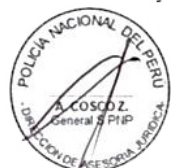
2.5. Infografía forense

2.5.1. Concepto

La infografía forense es una herramienta visual-digital que, mediante una representación gráfica, muestra la información de un hecho criminal, de manera sintética, ordenada y jerarquizada, combinando elementos visuales, de contexto y datos; de tal manera que una información densa se transforma en una información visual más ligera y de fácil comprensión. Es una herramienta de comunicación visual utilizada para presentar pericias, fijaciones fotográficas y planimétricas de sitios de sucesos, con aplicación en las reconstrucciones de los hechos y las inspecciones criminalísticas.

2.5.2. Importancia

Al ser una herramienta visual que contiene la información desglosada y simplificada, permite mostrar de manera gráfica una interrelación de indicios y/o evidencias, apoya en el esclarecimiento de un hecho criminal, y en la toma de decisiones de las autoridades competentes.



2.5.3. Actividad pericial

La labor pericial desarrollada por la especialidad de infografía forense, comprende las siguientes especialidades criminalísticas: fotografía forense para documentar los indicios y/o evidencias y perennizar la escena del crimen; moldeados forenses en huellas de calzado, neumáticos y marcas de herramientas; y planimetría forense de la escena del crimen, perennizar y fijar indicios y/o evidencias mediante mediciones y representaciones gráficas.

1) Fotografía forense

a) Concepto

La fotografía forense es el proceso mediante el cual se realizan capturas de imágenes, perennizando y documentando todo lo perceptible visualmente en la escena del crimen, los indicios y/o evidencias; valiéndose de instrumentos ópticos (por ejemplo: cámaras fotográficas, drones), instrumentos de medición (tales como testigo métrico, cinta métrica o cualquier elemento de comparación con unidad de medida estándar) e instrumentos de indicación (como señalizadores y numeradores).

b) Importancia

La fotografía forense reviste una importancia capital en el ámbito profesional de la criminalística, ya que constituye un registro técnico, científico y objetivo de la escena del crimen, asegurando la documentación precisa de los indicios y su disposición espacial con fines de análisis y prueba judicial. Su valor radica en que fortalece la cadena de custodia, aporta transparencia y objetividad frente a la subjetividad del testimonio humano, y permite la reconstrucción posterior de los hechos sin necesidad de mantener la escena preservada indefinidamente. Asimismo, sirve de soporte interdisciplinario para otras áreas periciales como la medicina legal, la balística o la documentoscopia, y se convierte en una herramienta pedagógica para la formación y estandarización de procedimientos entre los profesionales. En este sentido, la fotografía forense no solo garantiza la integridad de la investigación criminal, sino que también constituye un pilar fundamental para la administración de justicia.

c) Actividad pericial

i) En personas (lesionados y cadáveres)

- (1) Se realizan las capturas fotográficas en apoyo de la inspección criminalística, perennizando todos los elementos visibles de víctimas (lesionados y occisos).
- (2) Se deben usar las capturas: panorámicas, de acercamiento y detalle.
- (3) Deben tomar imágenes de las lesiones, tatuajes y ubicaciones precisas con referencias de la escena.



Figura 26

Fotos de acercamiento de tatuajes en diversas partes del cuerpo de personas, con fines de identificación



Nota. Las vistas fotográficas de tatuajes permiten la identificación de las personas.

ii) En la inspección criminalística

Consiste en la concurrencia del perito fotógrafo forense al lugar de los hechos a fin de realizar capturas fotográficas en apoyo de la inspección criminalística, perennizando todos los elementos de la escena del crimen, en un orden cronológico de la inspección, y considerando a todas las especialidades participantes de la inspección (biología, ingeniería, balística, etc.). Las mismas que se realizan en diferentes tipos, que se pueden presentar como:

- (1) Escenas cerradas
- (2) Escenas abiertas
- (3) Escenas mixtas
- (4) En vehículos
- (5) En muestras

Figura 27

Imagen de dron



Nota. Se aprecia una vista de planta de un puente en la ciudad de Yauyos, en diligencia de reconstrucción.





iii) Especificaciones procedimentales

- (1) Toda fotografía forense debe considerar, como mínimo, tres elementos en una escena del crimen: el sujeto, la escala y/o un objeto de referencia. Además, las fotografías forenses generales deben mostrar una representación neutral y precisa.
- (2) Documentar la escena del crimen con los indicios y/o evidencias presentes.
- (3) Capturar las imágenes de todos los indicios y/o evidencias que puedan ser usadas como fotografías de calidad de examen por expertos o analistas del laboratorio forense.
- (4) Posibilidad de relacionar el objeto con el entorno: fotografías panorámicas.
- (5) Visión individual de los objetos o personas estudiados: fotografía de acercamiento.
- (6) Visión de los detalles más pequeños: macrofotografía, microfotografía o fotografía de detalle.
- (7) Relación de los parámetros espacio-tiempo, utilización de testigos métricos y datos correspondientes al hecho (fecha, lugar, información previa, expediente, nombre del fotógrafo).
- (8) Posibilidad de obtener imágenes complementarias: fotografías especiales, teleobjetivos, filtros ultravioletas, etc.
- (9) Las imágenes deben ser transferidas a un ordenador y generar un archivo de respaldo (backup).
- (10) Deben entregarse a las autoridades y unidades solicitantes mediante actas, código Hash y en cadena de custodia.

2) Moldeados forenses

a) Concepto

Disciplina de la criminalística que se apoya en las artes plásticas para el desarrollo de técnicas de recojo de indicios/evidencias y el análisis visual comparativo de las muestras de patrón y muestras en depresión halladas en la escena del delito o lugar del hecho.

b) Importancia

El moldeado forense de huellas de calzado y neumáticos posee una relevancia esencial en la investigación criminalística, dado que permite obtener réplicas tridimensionales exactas de las impresiones halladas en la escena del crimen, asegurando su preservación frente a condiciones ambientales o alteraciones posteriores. Este procedimiento técnico posibilita la homologación y comparación con bases de datos especializadas o con calzados y neumáticos incautados, facilitando la identificación de características únicas (como patrones de diseño, desgaste, cortes o deformaciones), que otorgan un alto valor individualizante a la evidencia.

Desde la perspectiva profesional, el moldeado de huellas garantiza que la información contenida en la impresión original sea trasladada a un soporte duradero y reproducible, apto para ser analizado en laboratorios y presentado en instancias judiciales como prueba válida y confiable. Por ello, se constituye en un recurso indispensable para establecer vínculos entre la escena, el sospechoso y el hecho investigado, fortaleciendo el proceso de homologación e identificación criminalística y contribuyendo a la administración de justicia.



c) Actividad pericial

i) Huellas de calzado

Son producidas por pies calzados, las cuales son visibles siempre que las características del terreno o superficie de hallazgo lo permitan. Las huellas de calzado suelen ser uno de los tipos de evidencia más comunes en una escena del crimen y, en determinadas circunstancias, pueden llegar a ser tan identificables como una huella dactilar. Su ubicación y diversidad permiten al investigador inferir la actividad, los movimientos y los desplazamientos ocurridos en el lugar de los hechos, así como estimar el número de personas involucradas.

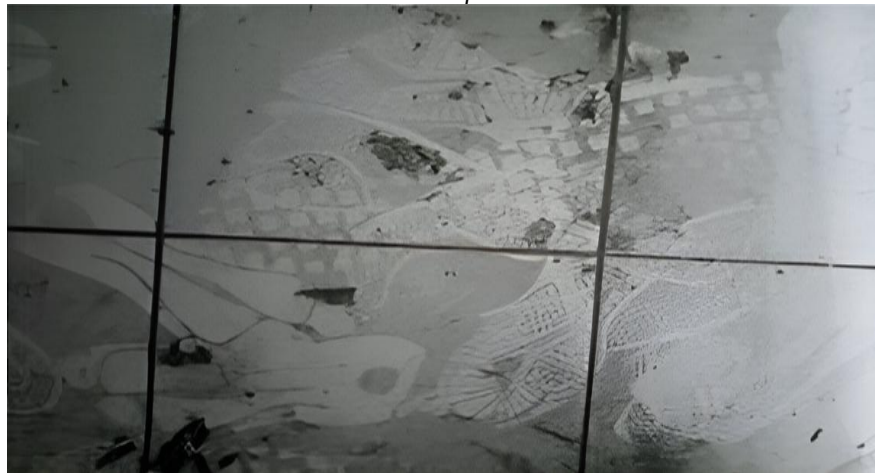
El análisis de las huellas de calzado constituye una herramienta valiosa en los procesos judiciales, ya que contribuye a identificar a quienes estuvieron presentes en la escena. A través del examen detallado de los patrones, dimensiones y signos de desgaste de las impresiones, y del calzado de los sospechosos, es posible obtener información relevante sobre su propietario.

ii) Naturaleza de las huellas de calzado

Cada paso que da una persona puede dejar tras de sí una huella única, cuya naturaleza puede ser tanto bidimensional como tridimensional. Las huellas bidimensionales se forman sobre superficies planas y pueden estar compuestas por materiales depositados como polvo o líquidos. Por otro lado, las huellas tridimensionales se crean en superficies blandas, como el barro o la arena, donde la forma del calzado queda moldeada en el sustrato.

Figura 28

Huellas de calzado ubicadas durante la inspección criminalística



Nota. Huellas de calzados sobre pisadas, ubicadas en el lugar de los hechos.

iii) Huellas de neumáticos

Son producidas por el contacto de los neumáticos de vehículos pesados, livianos o menores al rodar sobre la carretera o superficie.

No solo proporcionan evidencia de la presencia de un vehículo en la escena del crimen, sino que también pueden ofrecer información vital sobre el tipo de vehículo y su comportamiento en el momento del delito. Las huellas de neumáticos son similares en algunos aspectos a las huellas de calzado; ambos tienen el mismo propósito: aumentar la fricción y minimizar el deslizamiento. Este propósito puede ser más importante en los neumáticos que en los zapatos, porque los neumáticos viajan a velocidades mucho más altas en todo tipo de condiciones climáticas y deben poder arrancar



y detenerse más rápidamente que los zapatos. La parte del neumático que entra en contacto con la carretera se llama banda de rodadura, las bandas de rodadura se desgastan con el tiempo y adquieren características únicas debido a la naturaleza aleatoria del uso.

Las huellas de neumáticos, bidimensionales o tridimensionales, pueden transferirse a un medio de recojo que permita el estudio de sus patrones, dimensiones y desgastes, permitiendo su individualización de la misma manera que lo hacen las impresiones de calzado.

Figura 29

Huella de neumático



iv) Huellas de efracción

Son huellas producidas por el impacto de un instrumento de golpe, como un martillo, un hacha u otro similar, y consisten, principalmente, en impresiones o marcas que reproducen las características del choque de la herramienta sobre la superficie.

En estos casos, suelen presentarse complejos estriales o lineales, junto con otras marcas distintivas que permiten demostrar una misma procedencia. En muchas ocasiones, el objeto impactado puede ser de un material más duro que la herramienta utilizada; en consecuencia, las características que sirven de base para una identificación pueden encontrarse en la herramienta antes que en el objeto receptor.

Las herramientas generan marcas particulares que suelen clasificarse en dos tipos principales: cortantes y de palanca. Cada vez que una herramienta es utilizada, adquiere señales o marcas propias que permiten su identificación y comparación con muestras de referencia.

El análisis de estas huellas implica la realización de diversos exámenes sobre diferentes herramientas, con el fin de determinar cuál fue empleada en un hecho determinado. Este tipo de estudios se basa en que una herramienta puede dejar impresas sus características sobre el objeto en el que se aplicó; al medir el tamaño, observar la forma de la marca y considerar la naturaleza del material afectado, es posible establecer la identidad y tipo de herramienta utilizada.



Figura 30
Huella de efracción



Nota. Huella de efracción con herramienta, ubicada en el lugar de los hechos.

v) Técnicas para el recojo de muestras

Se entiende por técnica al conjunto de reglas y procedimientos propios de una ciencia, arte, disciplina o actividad, y recopilado de la experiencia de los peritos especialistas, el procedimiento para el recojo de muestras para moldeados forenses, tiene como objetivo final, la realización del estudio y homologación de los patrones y dimensiones, entre otros aspectos presentes en las muestras dubitadas o cuestionadas; las que deberán ser apropiadas o de calidad para dicho fin, y esto, dependerá del desarrollo de un procedimiento ordenado y la aplicación de técnicas idóneas.

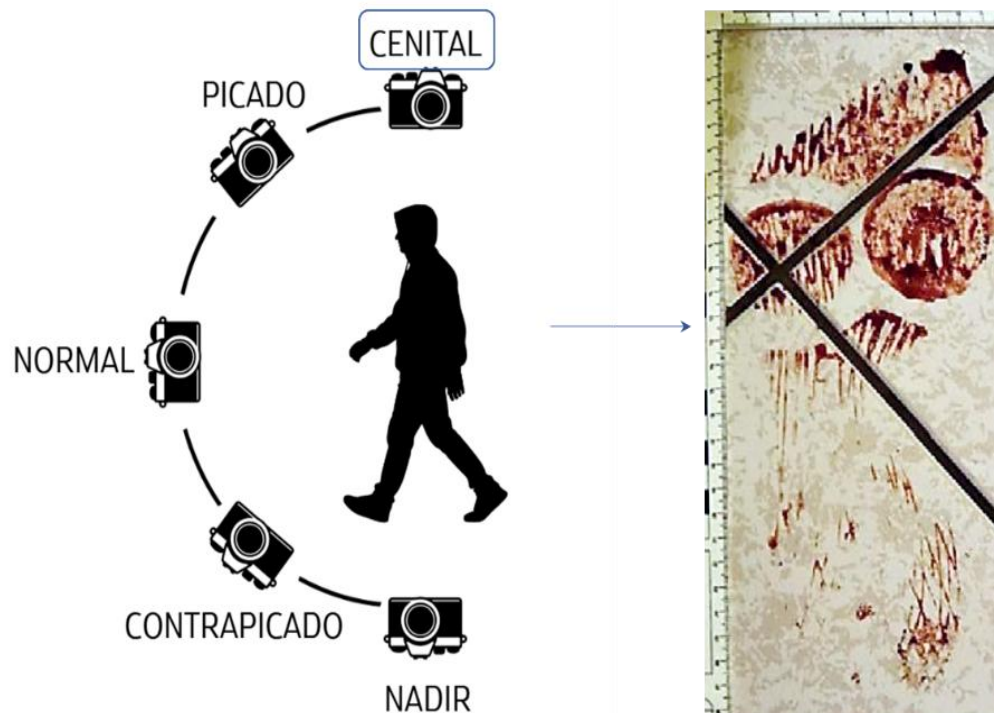
La importancia de las técnicas para el recojo de muestras de moldeados forenses, radica en que, del éxito de su aplicación, dependerá la idoneidad de la muestra obtenida para estudio; por ende, de los resultados que de ésta se obtengan para esclarecimiento del caso.

El procedimiento para la recolección de muestras para moldeados forenses, deberá realizarse en el siguiente orden:

- (1) Efectuar un análisis previo de la huella, de su procedencia, dirección, forma, tamaño y otras que se puedan efectuar objetivamente. Tomar puntos fijos de referencia para ubicar la muestra, incluyendo referencias de distancias con otros indicios y/o evidencias. Perennizar mediante fotografías, tomando en cuenta los principios criminalísticos para la fotografía (vistas panorámicas, de acercamiento y detalle).
- (2) Determinar los métodos y técnicas a usar para la recolección, considerando las características de la muestra (estado de la huella y superficie de hallazgo).



Figura 31
Recojo fotográfico de muestras



Nota. Forma adecuada para fotografiar muestras de patrón para estudio que hayan sido ubicadas en pisos y suelos.

vi) Técnicas para la toma de impresiones.

La toma de impresiones es una diligencia criminalística que puede realizarse, durante el abordaje a las escenas del crimen en casos de flagrancia y también posterior a ella; en la comisaría, lugar de detención de los sospechosos o en la DIVIEC DIRCRI PNP; para dicha diligencia, se realiza el acta de toma de impresiones. Las técnicas para la toma de impresiones tienen como objetivo principal la obtención de muestras de comparación; es decir, muestras indubitadas o de cotejo, se denominan así porque no se duda de su procedencia. Se obtienen de los sospechosos y es necesario que sean similares a las muestras dubitadas; es decir, si la dubitada se obtuvo en material bidimensional, la indubitada debe obtenerse en material similar; en cambio, si la dubitada se obtuvo en un molde tridimensional, la indubitada debe obtenerse del mismo modo.

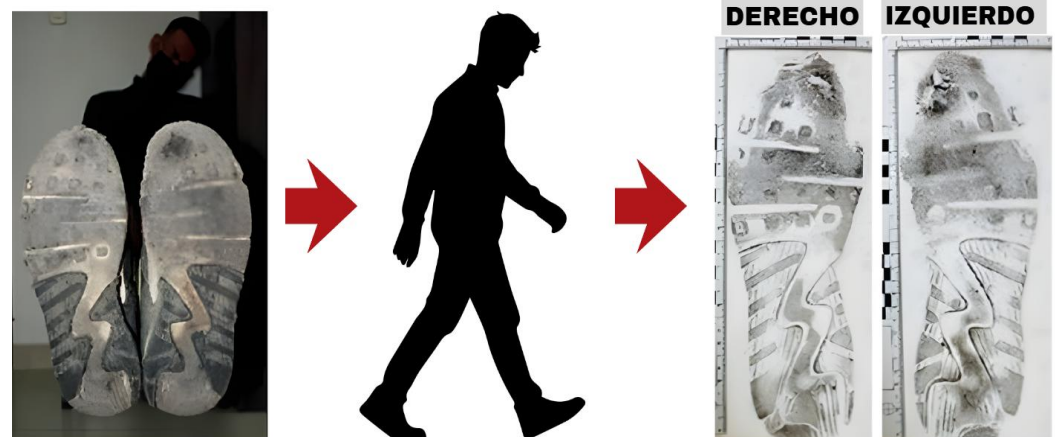
La importancia de las técnicas para la toma de impresiones, radica en que se podrá obtener un modelo similar a la muestra hallada en la escena del delito para cotejo y homologación. Asimismo, permitirá un fácil embalaje y traslado, de las muestras, porque simplifica el volumen y manejo de los modelos originales (calzados y vehículos).

La toma de impresiones a sospechosos o involucrados, puede realizarse de 2 maneras:

- (1) Directa, cuando se cuenta con la presencia de los sospechosos y se obtiene sus impresiones por la pisada o rodadura de ellos mismos.
- (2) Indirecta, cuando solo se cuenta con los calzados o vehículos incautados y las impresiones se obtienen por la presión ejercida manualmente por el perito que realiza la diligencia.

Figura 32

Técnica procedimental para la toma de impresiones de calzados



Nota. Toma de impresiones sin coloración de manera directa, realizada en el laboratorio.

vii) Descripción y embalaje de muestras.

(1) Descripción de las muestras.

La descripción de las muestras juega un papel muy importante para su proceso de estudio, detallan aspectos que no son observables o deducibles en las muestras, como el tipo de muestra, la técnica de recojo y la superficie de hallazgo; estos ítems deben consignarse como parte de la descripción en las superficies de recojo de las muestras, actas de inspección criminalística, formato A-6 y acta de lacrado.

Por ejemplo:

- “Huella de calzado en depresión reproducida mediante el vaciado de yeso en suelo húmedo”.
- “Huella de calzado dejada por adición de polvo, transferida a fragmentos de cinta de embalaje transparente sobre papel bond, recogida de piso parquet”.
- “Huella de neumático dejada por extracción de polvo, fotografiada con 10 tomas en el piso cerámico de la cochera”.
- Los detalles indicados en la descripción de las muestras ayudan a prevenir confusiones durante su análisis, particularmente cuando éstas han sido recogidas mediante fotografías o en formatos bidimensionales donde los patrones negativos pueden parecer patrones positivos para evitar ello, las consideraciones expuestas en los ejemplos deben ser precisas.

(2) Embalaje de muestras.

Para moldeados forenses el embalaje juega un papel importante, pues del embalaje utilizado dependerá la seguridad e integridad de las muestras, particularmente en el caso de las muestras tridimensionales; como las reproducidas o moldeadas con yeso y las transferidas con electrostática que respectivamente, son pasibles de fractura o rozadura y pérdida. Se recomienda el embalaje, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

Si las muestras recuperadas se encuentran en soportes planos o bidimensionales, éstas se embalan en sobres de papel manila, acorde al tamaño de la muestra para evitar dobleces o deterioro de la muestra. Si las muestras recuperadas de la escena del crimen, se encuentran

en soportes bidimensionales como láminas metalizadas (electrostática), éstas se embalan en cajas de cartón, fijándola con cinta o grapas en las esquinas de la lámina.

Si las muestras recuperadas de la escena del crimen, se encuentran en soportes tridimensionales (moldes); éstas se embalan en cajas de cartón, asegurándolas con precintos u otros medios.

Si las muestras a remitir son calzados, pueden utilizarse, bolsas de papel clupack de alta densidad, sobres de papel manila o cajas de cartón, siempre considerando que estos empaques sean de un mayor tamaño al de las muestras. Los empaques reducidos o exacto, dificultan el deslacrado y posterior lacrado, causando deterioro del embalaje.

Figura 33

Embalajes recomendados para las muestras de moldeados forenses

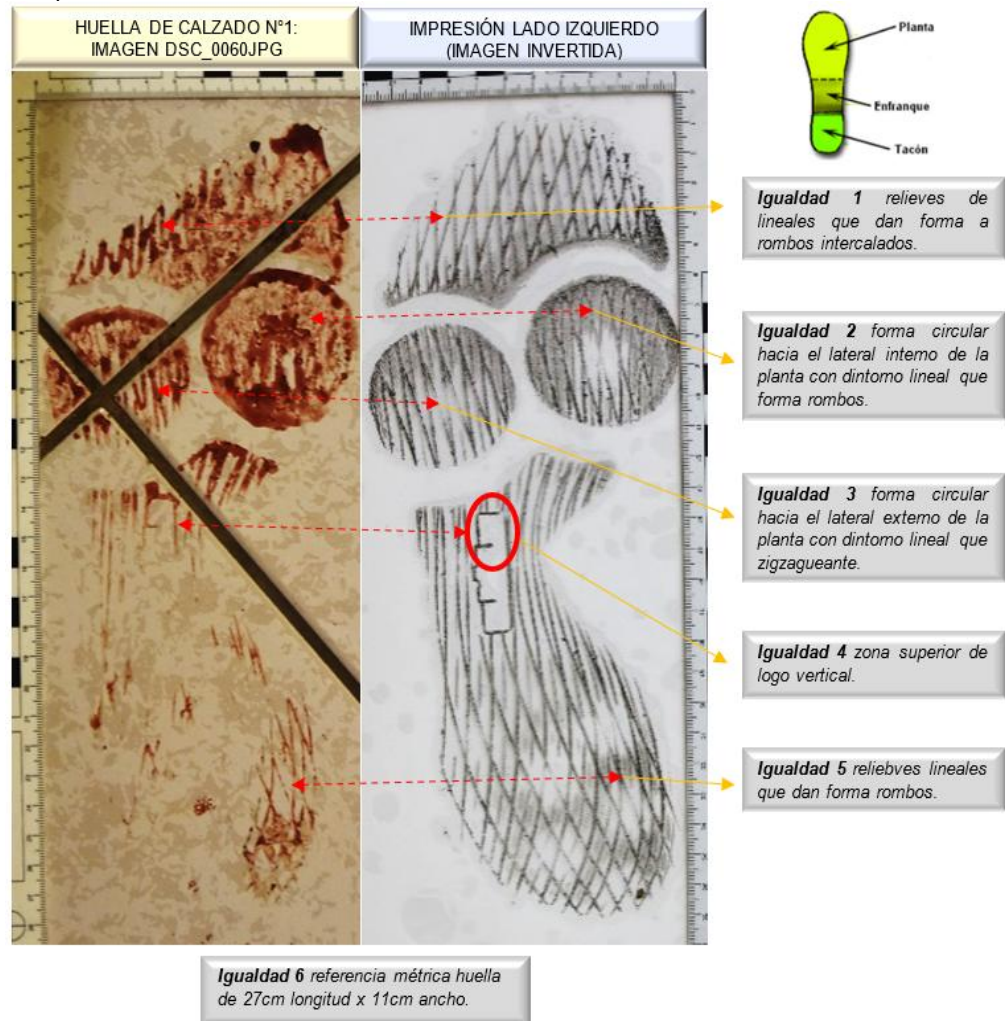


Nota. Figura izquierda: embalaje recomendado para muestras recogidas en moldes de yeso. Figura derecha: embalaje recomendado para muestras bidimensionales, hojas de papel bond, láminas de gel o acetato, etc.

(3) Identificación de huellas de calzado, neumáticos y daños por herramientas.

Tiene como finalidad establecer el origen de dichas impresiones halladas en la escena del crimen y efectuar su comparación o correspondencia. Este proceso se basa en el análisis de sus características generales y particulares (como el tamaño, la forma, la posición, la ubicación y la orientación de sus peculiaridades) con el propósito de determinar su posible coincidencia con un elemento o fuente específica.

Figura 34
Comparación de huellas de calzado



Nota. Resultado de análisis comparativo de huellas de calzado, realizado en el laboratorio de Moldeados Forenses por el perito especialista.

3) Planimetría forense

a) Concepto

Es una rama de la topografía que permite representar gráficamente, en un plano, una determinada porción del terreno. Consiste en la aplicación del dibujo técnico y artístico al trabajo criminalístico, mediante la elaboración de planos, croquis o bosquejos del lugar de los hechos. Los peritos emplean esta técnica como un método de fijación y documentación permanente de la escena, útil para la reconstrucción de hechos, inspecciones oculares y representación gráfica de objetos o indicios.

Como disciplina auxiliar de la criminalística, la planimetría forense posibilita la ubicación y graficación precisa de indicios, cadáveres, vehículos, muebles, inmuebles y demás elementos relevantes en la escena, contribuyendo así al esclarecimiento del hecho investigado.

b) Importancia

La planimetría forense cumple un rol fundamental en la investigación criminalística, ya que permite representar de manera técnica, precisa y objetiva la escena del crimen mediante croquis, planos y diagramas que registran la ubicación, dimensiones y relaciones espaciales de los indicios, evidencias y



demás elementos de interés. Este recurso profesional facilita la comprensión integral de la dinámica del hecho investigado, posibilitando la reconstrucción posterior de los acontecimientos y sirviendo como herramienta de análisis tanto para peritos como para las autoridades judiciales.

Además, su carácter técnico otorga un alto valor probatorio, pues traduce la complejidad de la escena en una representación clara y estandarizada, reduciendo la posibilidad de interpretaciones erróneas. En ese sentido, la planimetría forense no solo asegura la documentación fiel y permanente de la escena, sino que también constituye un soporte indispensable para la verificación de hipótesis, la sustentación de informes periciales y la administración de justicia.

c) Actividad pericial

i) Perennización de la escena del crimen

Se busca representar gráficamente una superficie del terreno sobre un soporte de menor tamaño (por ejemplo, una hoja de papel), basándose en los indicios y evidencias que se encuentran en la escena del crimen. Es una información complementaria a la fotografía y descripción del lugar de los hechos; perennizando y fijando los indicios y evidencias para que puedan ser evaluados con más detalle posteriormente; manteniendo la disposición espacial de los elementos dispuestos en una escena del crimen.

ii) Reconstrucción de los hechos

Los planos, croquis y bosquejos sirven como una fuente de información gráfica clara y de fácil comprensión, que facilita la reconstrucción de los hechos por parte de los investigadores. Asimismo, contribuyen a la elaboración de nuevos planos o croquis en base a los testimonios de los sujetos procesales (imputados, agraviados, testigos) de un hecho criminal.

iii) Evaluación de distancias y áreas

Realiza la medición de distancias, cálculos de áreas y perímetros en apoyo a los requerimientos solicitados por las unidades de investigación de la PNP y autoridades investigadoras del Ministerio Público y el Poder Judicial, con la finalidad de contribuir al esclarecimiento de un hecho criminal.

iv) Fotogrametría

Uso de la fotografía aérea, como por ejemplo mediante el empleo de dron (RPA, aeronave pilotada remotamente), siendo indicadas principalmente para zonas de difícil acceso o zonas de mayor extensión. Se elaboran planos a partir de una superposición de imágenes, las mismas que son traslapadas y de su unión se obtiene un producto denominado ortomosaico (imagen georreferenciada); sobre el cual se pueden realizar mediciones y cálculos de la superficie del terreno.

(1) Utilidad de la planimetría forense: Mediante la planimetría forense se puede obtener:

- (a) Distancias
- (b) Visibilidad
- (c) Ubicación de objetos y personas
- (d) Simulación de un área no existente
- (e) Simulación de objetos
- (f) Recorridos de personas o vehículos



- (g) Tiempos
- (h) Cálculos de áreas y perímetros

- (2) La planimetría forense nos permite: Registrar las características del sitio del suceso y elementos asociados.
- (a) Registra la ubicación exacta de las evidencias y la relación de estas con el medio que la rodea
 - (b) Registrar de manera permanente situaciones que no pueden captarse fácilmente, por medio de la fotografía y descripción hablada (profundidad, altura, anchura, distancia a escala, relación verdadera entre objetos, etc.)
 - (c) Elimina los detalles confusos e innecesarios que aparecen en la fotografía
 - (d) Permite recordar información del sitio del suceso a los diferentes actores del proceso
 - (e) Ayuda al fiscal a comprender las condiciones del sitio del suceso.
 - (f) Ayuda en la correlación de los testimonios dados por los testigos

Entre los principales productos periciales de la planimetría tenemos:

- (i) Bosquejo

Es el primer producto gráfico de una superficie del terreno sobre un soporte (papel), que se realiza a mano alzada, no tiene escala, debe contar con indicación del norte, pueden contener datos como distancias y elementos presentes en la escena del crimen; asimismo, sirven de base para la elaboración de croquis y planos.

- (ii) Croquis

El croquis, como parte del dibujo técnico, se debe realizar con buena calidad, puede realizarse a mano alzada o con medios digitales, no necesariamente debe tener escala, pero debe guardar proporcionalidad y semejanza de medidas de los elementos presentes.

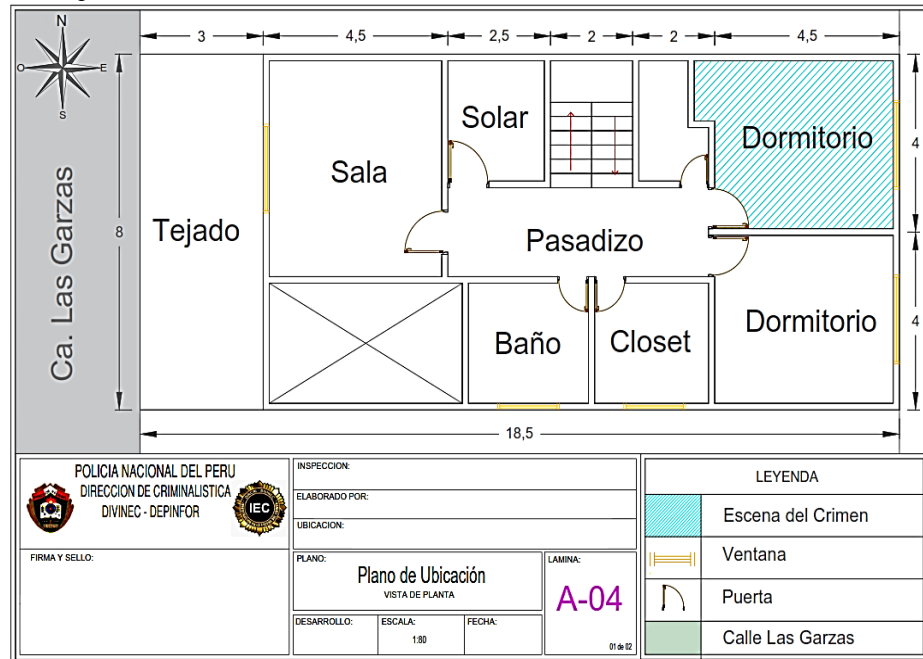
- (iii) Plano

Es una representación bidimensional (XY) de una superficie del terreno plasmada en un soporte de menor escala, que debe incluir diversos elementos como dimensiones, líneas, trazos, puntos, simbología, escala, leyendas, rótulo (que identifica el plano y su contenido) y orientación (norte), entre otros.

Asimismo, existen los planos tridimensionales (XYZ), que incorporan las tres dimensiones: longitud (X), ancho (Y) y altura (Z). Los planos pueden adaptarse según las necesidades del trabajo pericial, elaborándose planos generales, de detalle, del terreno circundante, de localización, de ubicación, entre otros, con el propósito de representar de manera precisa los distintos aspectos del lugar de los hechos.

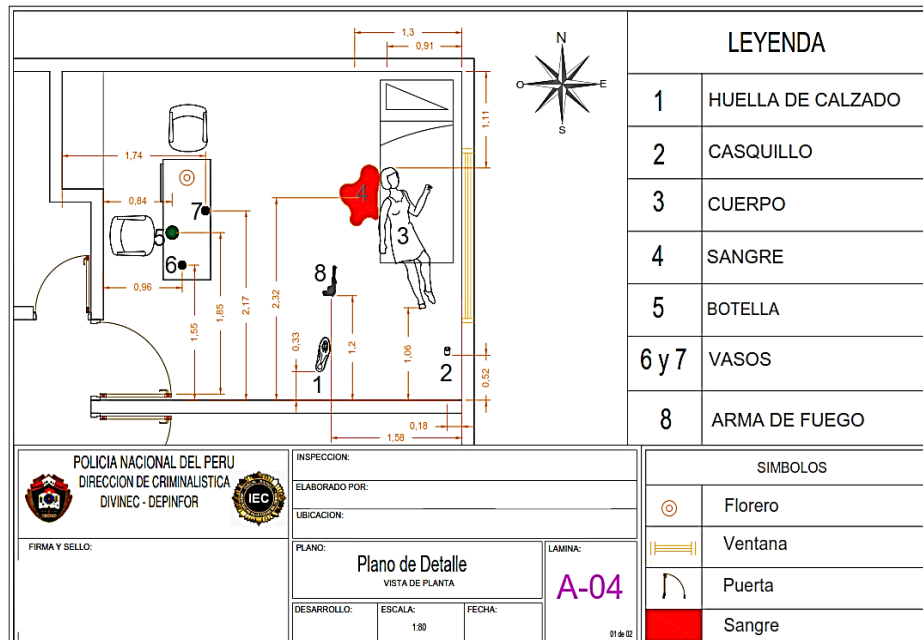


Figura 35
Plano general



Nota. Se observa la distribución de la vivienda con anotaciones de puertas, ventanas, escaleras, y el lugar de los hechos.

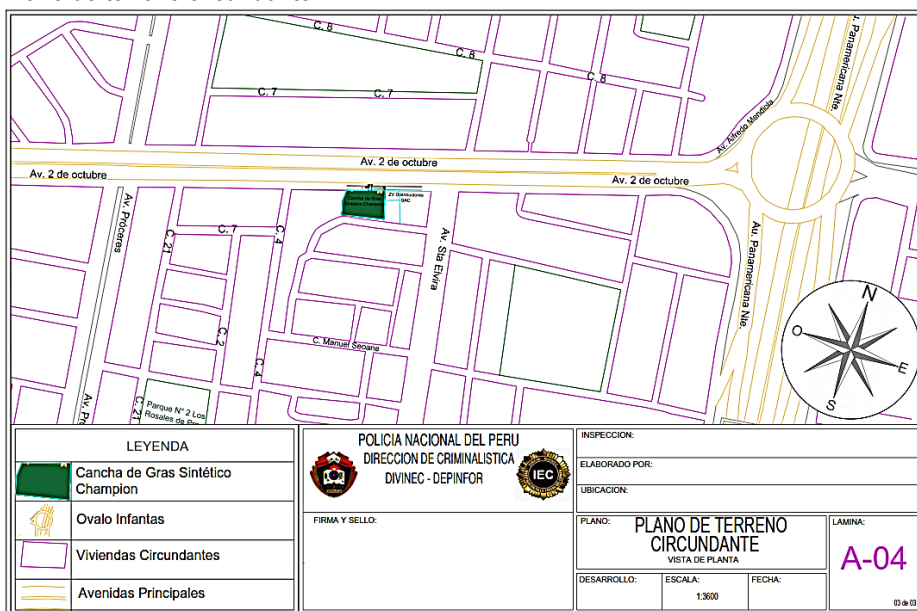
Figura 36
Plano de detalle



Nota. Se encuentran bien detallados los objetos presentes en la escena del crimen, ubicando los elementos con sus respectivas dimensiones.

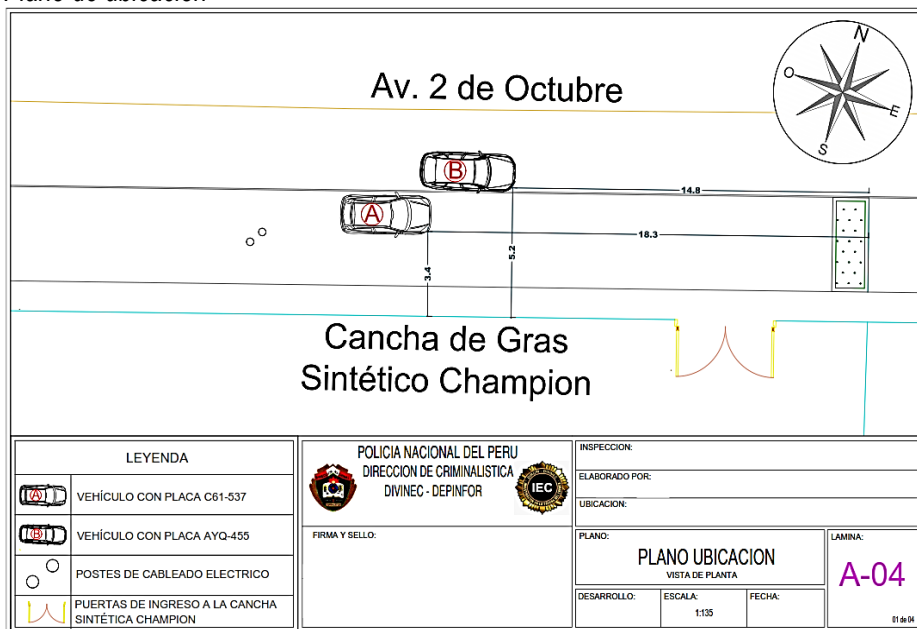


Figura 37
Plano de terreno circundante



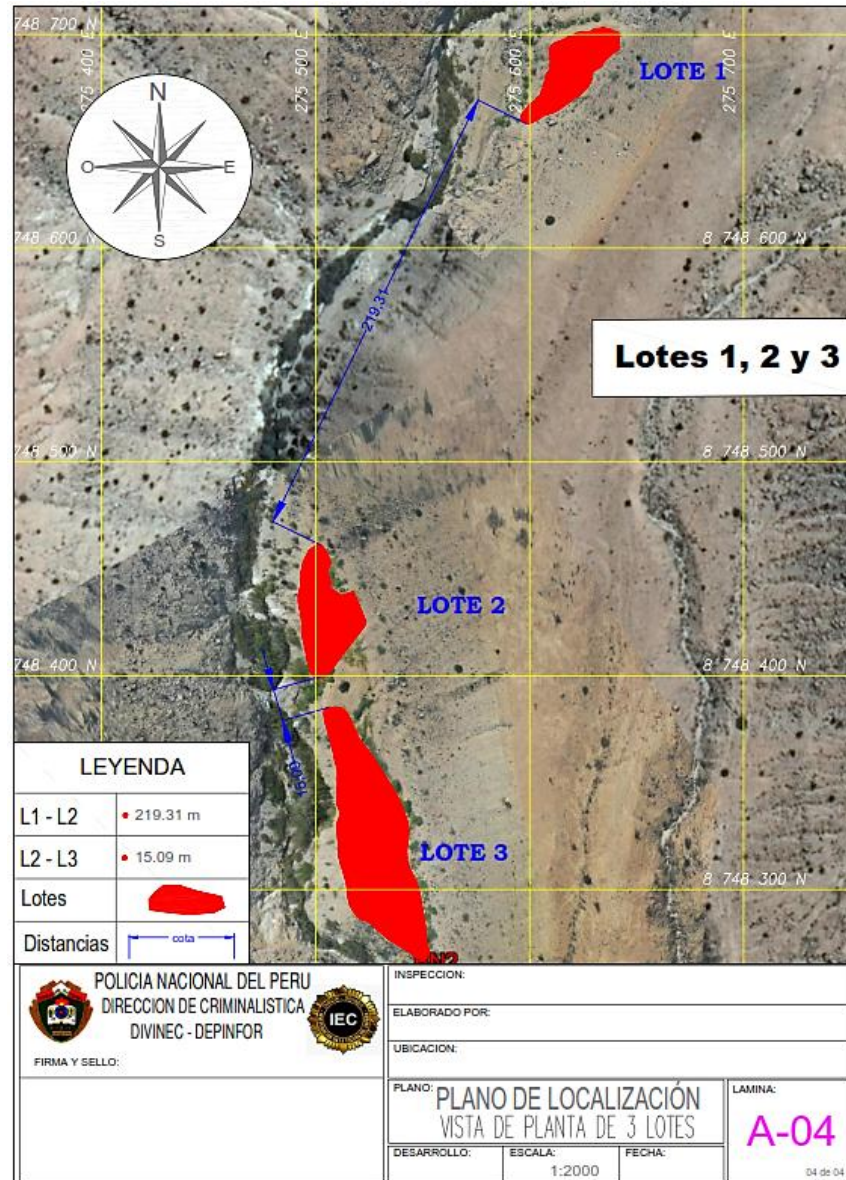
Nota. Permite visualizar las zonas aledañas, especialmente las vías de tránsito, por tratarse de casos con desplazamientos de vehículos.

Figura 38
Plano de ubicación



Nota. Permite establecer la ubicación de los elementos presentes (en este caso vehículos) en un determinado espacio geográfico, con relación a viviendas, calles y orientación.

Figura 39
Plano de localización



Nota. Plano de localización con indicación de las distancias entre cada zona, se encuentra georreferenciado con coordenadas UTM, plasmando su posición respecto al espacio geográfico.



CAPÍTULO III



LABORATORIO CRIMINALÍSTICO

CAPÍTULO III: LABORATORIO CRIMINALÍSTICO

3.1. Generalidades

3.1.1. Historia

El 27 de marzo de 1937, se crea el Laboratorio Técnico Policial, dependencia dedicada a la actividad criminalística, funcionando inicialmente en la Prefectura de Lima. El área de criminalística de la Policía Nacional del Perú es reconocida mediante el Decreto Legislativo N° 18071 del 26DIC69 como una de las direcciones de la expolicía de Investigaciones del Perú. Desde entonces, se ha constituido en pilar fundamental de la investigación policial, en un contexto de desarrollo de nuevas modalidades delictivas en el país, que exigían gradualmente una mayor cantidad de procesos de investigación; consecuentemente una mayor demanda de servicios periciales a los órganos de criminalística a nivel nacional.

Con fecha 14 de julio 1997, luego de un estudio realizado por la comisión de seguridad ciudadana de la Policía Nacional, la Dirección General de la PNP, emite la Resolución Directoral N.º1595-97-DGPNP/EMG del 14JUL97, creando la Dirección Nacional de Criminalística, que integra los efectivos y medios de las ex divisiones de Criminalística y de Identificación Policial, hasta entonces pertenecientes a la División de Apoyo Técnico de la PNP, con lo cual la superioridad hace justo reconocimiento a la labor pericial criminalística; convirtiéndola además en órgano sistémico para que el apoyo forense no sólo se otorgue a las unidades policiales y autoridades competentes centralizadas en Lima, sino también a los órganos criminalísticos diseminados a nivel nacional.

En las últimas tres décadas la División de Laboratorio Criminalístico de la Dirección de Criminalística de la PNP, encargadas fundamentalmente de la labor pericial; han tenido un desarrollo sostenido conforme a los avances de la ciencia y tecnología; ajustando sus procedimientos a la normativa procesal penal fundamentalmente, constituyéndose en elemento determinante para la administración de justicia en el país.

3.1.2. Definición

El laboratorio criminalístico es la unidad que se encarga de aplicar métodos y técnicas de laboratorio para el estudio, análisis e identificación de indicios y evidencias encontrados en la escena del crimen o el lugar del hecho. Se trata del ambiente físico donde los indicios o evidencias son procesados para la emisión de los peritajes que se constituirán en medios de prueba periciales, del hecho y de su autoría. Para tales efectos cuenta con profesionales y expertos en disciplinas y campos del saber diversos, para atender las necesidades periciales; actividad que se desarrolla desde un enfoque multidisciplinario si el caso lo requiere.

3.1.3. Importancia

La función de los órganos que forman parte del Laboratorio Criminalístico de la PNP es de vital importancia en el proceso de la búsqueda de la verdad en el contexto de la investigación criminal; trabajo que se materializa en la elaboración de informes periciales de las distintas especialidades forenses, cuyos procedimientos están validados por la comunidad científica. Por lo tanto, el Laboratorio Criminalístico asume la responsabilidad de proporcionar el apoyo técnico – científico – criminalístico, en las diferentes áreas del saber humano a las unidades de la PNP, Poder Judicial y Ministerio Público en el ámbito penal, para coadyuvar a la administración de justicia; así mismo, la labor pericial que desarrolla se orienta a garantizar un proceso justo; pues, al aportar conocimientos especializados, los peritos contribuyen a que





el proceso judicial sea más equitativo y transparente, evitando decisiones basadas en suposiciones o en información inadecuada; permite también la aclaración de hechos controvertidos, en casos donde se requiere un análisis técnico o científico, el perito puede esclarecer hechos que son difíciles de comprender para personas sin conocimientos especializados.

3.2. Ciencias forenses

3.2.1. Accidentología vial forense³

1) Historia

Los orígenes de la accidentología vial como disciplina técnica y científica se sitúan en Argentina, desde el año 1967 a partir de la inquietud del Ingeniero Bottaro López, cuando se dictan los primeros cursos de accidentología vial dentro del Cuerpo de Camineros de la policía de la provincia de Buenos Aires. En nuestro país, en 1968, se establece la primera unidad especializada en Lima para atender accidentes de tránsito, marcando el inicio formal de la investigación técnica en esta área, y más adelante, en 2013, mediante la R.D. N.º1021-2013-DIRGEN-EMG, se aprueba el primer manual de normas y procedimientos para la intervención en investigación de accidentes de tránsito, que formaliza los protocolos de actuación policial.

En nuestro país, los antecedentes de la intervención policial en este campo, tiene su registro más antiguo con el reglamento de las secciones tránsito de las comisarías de la guardia civil, del año 1964. Existen otros antecedentes como la “guía de procedimientos operativos para aplicación de legislación de tránsito en las comisarías PNP” del año 2002 y los manuales de organización y funciones de las comisarías. en ellas se determina con claridad, la competencia y los procedimientos de intervención en accidentes de tránsito.

La División de Prevención e Investigación de Accidentes de Tránsito (DIVPIAT-PNP), como órgano de línea especializado de la PNP, de acuerdo con su Decreto Supremo de creación (D.S N° 08-GP del 15ABR1986) tiene competencia funcional para intervenir e investigar los accidentes de tránsito de consecuencia fatal, que se produzcan en el ámbito de Lima Metropolitana, marcando el inicio formal de la investigación técnica en esta área, sus antecedentes se remontan a los “manuales de normas y procedimientos de investigación de accidentes de tránsito” de los años 1978 y 1982 de la 50 comandancia GC. El instrumento normativo más reciente es la RCG N°044-2021-CGPNP/EMG QUE APROBÓ EL “Manual de Normas y Procedimientos para las Intervenciones de Prevención e investigación de Accidentes de Tránsito”, mantiene dependencia sistémica, normativa y técnica con las comisarías puesto que los manuales y procedimientos del órgano especializado son de obligatorio cumplimiento y tienen alcance a nivel nacional, mediante las unidades de prevención e investigación de accidentes de tránsito (UPIATS) de las diferentes regiones policiales.

La Dirección de Criminalística (DIRCRI) es el órgano de apoyo policial especializado en criminalística, conforme al Artículo 26 del Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1267, aprobado por Decreto Supremo N.º 026-2017-IN. Tiene carácter técnico, sistémico, normativo y operativo, y es responsable de organizar, dirigir, supervisar y practicar a nivel nacional los peritajes oficiales en sus distintas especialidades, incluyendo la accidentología vial forense. Asimismo, administra el Sistema Criminalístico Policial, acredita

³ Redactado por: ST3 PNP Sergio Joel Ventura Chero.



a los peritos criminalísticos y propone manuales y protocolos técnicos, en coordinación con el Ministerio Público y el Poder Judicial.

Hasta el año 2021, la accidentología vial forense no estaba explícitamente reconocida como especialidad criminalística en la legislación peruana. Su aplicación técnica se realizaba de manera referencial, sin regulación formal dentro del Sistema Criminalístico Policial. Recién con la aprobación del Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1219, mediante Decreto Supremo N.º 001-2021-IN, se incorpora oficialmente la accidentología vial forense como una especialidad forense, encargada del estudio técnico-científico de los accidentes de tránsito terrestre, con el objetivo de determinar las circunstancias, condiciones y resultados del suceso.

El Decreto Legislativo N.º 1606, promulgado el 21 de diciembre de 2023, modifica el Decreto Legislativo N.º 1219 con la finalidad de introducir mejoras al sistema criminalístico policial. Estas modificaciones están orientadas a fortalecer la capacidad operativa de la Policía Nacional del Perú, mejorar la articulación de las unidades de criminalística a nivel nacional y fortalecer las capacidades del personal que forma parte del Sistema Criminalístico Policial.

Es así como, la accidentología vial forense: una de las especialidades forenses dentro del Sistema Criminalístico Policial, en cual en el Art. 9 del Decreto Supremo N.º 001-2021-IN, Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1219, señala el siguiente termino: "Accidentología Vial Forense. Se encarga del estudio de los accidentes de tránsito terrestre, para determinar las circunstancias, condiciones y resultados de dicho suceso".

2) Definición

Etimológicamente la palabra accidentología vial forense se subdivide en: accidentología: estudio del accidente con la finalidad de crear estrategias para mejorar la seguridad vial y actuar sobre los factores que intervienen en la ocurrencia de un accidente ; vía: proviene del latín vía, y significa camino o senda; forense: palabra del latín *forensis*, perteneciente o relativo al foro o la discusión pública; en calidad de argumentos, retórica o debate; con raíces en la antigua Roma donde la acusación, argumentación y pruebas de un crimen requerían ser expuestas en un foro ante personas notables, para que éstas otorguen su veredicto.

Por lo tanto, se puede argumentar que la accidentología vial forense estudia los accidentes relacionados con el tránsito, que se producen en las vías terrestres, mediante el uso de técnicas científicas que buscan establecer las causas que intervienen en su producción, con la finalidad que sean demostrables.

La accidentología vial forense es una disciplina científica y multidisciplinaria que estudia y analiza los accidentes de tránsito con el objetivo de comprender las circunstancias y las condiciones en que se produjeron y el resultado del daño. Abarca múltiples campos del ámbito criminalístico debido a la complejidad de su estudio. De este modo esta disciplina que forma parte de la criminalística se fundamenta en ciencias como física, matemática, ingeniería entre otras, que permiten proporcionar un valor científico a las investigaciones (Ávila, 2014).

La accidentología científica es aquella que se basa en la ciencia, la lógica y los hechos comprobados. La accidentología vial es el estudio de los accidentes viales, es decir aquellos que ocurren en ocasión de traslado de personas o cosas sobre la superficie terrestre y que involucren medios artificiales de transporte (Irueta, 2011).



La accidentología vial forense es una disciplina que aplica conocimientos científicos para investigar y analizar accidentes de tránsito, determinando las causas y circunstancias que los originaron. Se centra en la reconstrucción de los hechos, utilizando diversas técnicas y herramientas para establecer la dinámica del accidente y la responsabilidad de los involucrados.

Del Busto et al (1982), precisan que en las circunstancias de los accidentes de tránsito: “No hay que confundir las causas con las circunstancias en un accidente. Causa es la que provoca, genera, da origen al accidente. Es la parte sustancial, elemental, esencial para que se produzca. La circunstancia es la parte accesoria, que de no presentarse de todas maneras se presenta el accidente”.

El accidente de tránsito es la ocurrencia, suceso o acontecimiento eventual e impremeditado que, como resultado de un riesgo, de un hecho de causa previsible (no previsto siendo previsible) tiene consecuencias indeseables, que traen consigo una culpa o responsabilidad, a mérito de imprudencia o negligencia (acción u omisión) que se realiza en un lugar transitable en donde interviene en forma directa o indirecta el elemento humano, a veces animal y generalmente vehículo en traslación.

Para López (1971), el concepto de accidente está referido al evento, cuyo resultado provoca que el vehículo que de manera anormal dentro o fuera de la carretera o produzca lesiones a las personas o daños a las cosas.

En ese orden de ideas, la accidentología vial forense es una disciplina que se ocupa del estudio y análisis de los accidentes de tránsito en las diferentes vías de circulación, para determinar la causalidad del evento bajo la evaluación de distintos puntos de análisis; así como, el reconocimiento, individualización y evaluación de los indicios y/o evidencias, provenientes de fuentes materiales y/o digitales, relacionadas con el accidente de tránsito, en todas sus modalidades. Entre ellos:

Se precisa que los accidentes de tránsito, según el manual de normas y procedimientos para las intervenciones de prevención e investigación de accidentes de tránsito (PNP, 2021), se evidencian como eventos de naturaleza culposa, que se suscita de manera casual, inesperada, no premeditada, siendo previsible y evitable, que ocurre en la vía pública o privada como consecuencia directa de la circulación de vehículos, donde participan los elementos de tránsito, por lo menos un vehículo en movimiento y que tenga como resultado, daños materiales, lesiones o muerte.

Además, según el Decreto Supremo N° 016-2009-MTC. Artículo 2, es un evento que cause daño a personas o cosas, que se produce como consecuencia directa de la circulación de vehículos.

3) Importancia

En la reconstrucción de un accidente se busca identificar, dentro de su contexto espacio-temporal, cómo se desarrollaron las unidades móviles participantes, es decir, determinar sus posiciones, trayectorias, orientaciones, velocidades y aceleraciones en los momentos previos, durante y después del hecho, (Irureta, 2011); la velocidad a la que circulaban los móviles es la cuestión más requerida a los peritos investigadores de accidentes, dado que es uno de los parámetros que definen la etiología del proceso que culmina en un accidente" (Irureta, 2023).

El peritaje en accidentología vial forense se elabora sobre la base de los datos levantados por la unidad investigadora de tránsito, y tiene como finalidad:

- Representar de forma objetiva y visual la secuencia del hecho.



- Validar o refutar hipótesis técnicas mediante simulación y análisis empírico.
- Aportar elementos probatorios gráficos y científicos que puedan ser utilizados por el investigador o perito en investigación de accidentes de tránsito, el fiscal o el juez.

La accidentología vial forense no sustituye la investigación policial del accidente ni determina la causalidad jurídica del evento. Es complementaria, y su valor reside en la precisión técnica y el rigor científico con que reconstruye el hecho para facilitar su comprensión en sede judicial o investigativa cuyos elementos van a permitir al pesquisa o perito de la unidad especializada de investigación de accidentes de tránsito o el investigador de las comisarías, una mejor apreciación de los hechos y concluir en base a evidencias.

4) Actividad pericial.

a) Funciones del perito en accidentología vial forense

Comprende el desarrollo de las siguientes funciones:

i) Procesamiento de datos técnicos levantados por la unidad investigadora.

Utiliza información obtenida por el investigador o perito en investigación de accidentes de tránsito, como:

- Croquis planimétricos
- Fotografías
- Medidas de huellas, deformaciones, dispersión de vidrios
- Posiciones finales de vehículos y cuerpos

Estos datos son insumos esenciales para la reconstrucción científica.

ii) Aplicación de modelos físicos y matemáticos

Estimación de:

- Velocidad de impacto
- Ángulos de colisión
- Trayectorias previas y posteriores
- Distancias de arrastre y deformación

Se emplean fórmulas clásicas y modelos avanzados para validar hipótesis técnicas.

iii) Uso de software especializado

Herramientas como:

- PC-Crash
- Virtual Crash
- MADYMO
- Trimble Geoespacial.
- Otros.



Permiten simular dinámicas vehiculares, colisiones, reacciones humanas y deformaciones estructurales en entornos tridimensionales.

iv) Estudio biomecánico y fotogramétrico

- Evaluación de lesiones con relación al mecanismo del accidente
- Reconstrucción tridimensional de la escena mediante fotogrametría

Esto aporta precisión visual y científica al análisis del impacto y sus consecuencias físicas.

v) Generación de simulaciones gráficas y animaciones

- Representación visual del accidente:
- Secuencia de eventos
- Interacción entre vehículos y entorno
- Posición y desplazamiento de cuerpos

Estas simulaciones permiten demostrar de forma objetiva cómo ocurrió el hecho, que servirán como insumo para el investigador o perito en accidentes de tránsito.

b) Rol del perito forense de Accidentología vial.

El perito forense en accidentología vial forma parte del Sistema Criminalístico Policial, bajo la Dirección de Criminalística (DIRCRI), y está debidamente certificado, registrado y acreditado conforme al artículo 16 del Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1219. Su rol institucional está orientado exclusivamente al estudio técnico-científico de los accidentes de tránsito terrestre, sin intervenir en la determinación jurídica de responsabilidades ni en la investigación operativa del hecho.

Su función principal consiste en reconstruir técnicamente la dinámica del accidente, utilizando métodos científicos como simuladores computacionales, modelos físicos y matemáticos, fotogrametría 3D, análisis biomecánico y animaciones gráficas. Estos procedimientos permiten representar de manera objetiva y visual la secuencia del evento, aportando claridad técnica al proceso judicial o investigativo.

Para realizar esta reconstrucción, el perito forense en accidentología vial aplica también las leyes físicas universales, especialmente las tres leyes de Newton, que son fundamentales para comprender el comportamiento de los cuerpos en movimiento.

El perito forense en accidentología vial no actúa como primer respondiente ni realiza el levantamiento directo de indicios en la escena. Su trabajo se basa en los datos previamente recogidos por el investigador encargado o el perito en investigación de accidentes de tránsito, tales como croquis planimétricos, fotografías periciales, medidas de huellas y deformaciones, actas y testimonios. A partir de esta información, el perito forense elabora la pericia de accidentología vial forense, que tiene carácter oficial y técnico, conforme al artículo 15 del mismo reglamento.

Para la utilización de términos relacionados a la reconstrucción del accidente de tránsito, el perito forense en accidentología vial también toma como referencia doctrinal lo señalado en el Manual de normas y procedimientos para intervención de prevención e investigación de accidentes de tránsito. Este documento institucional establece criterios técnicos y metodológicos que permiten delimitar con claridad los conceptos de causa, circunstancia, secuencia del hecho y elementos materiales, los cuales son fundamentales para la interpretación técnica del evento vial desde una perspectiva criminalística.



La finalidad de esta pericia no es establecer la causalidad normativa ni calificar infracciones, sino demostrar científicamente cómo ocurrió el hecho. Su valor reside en la precisión técnica con que reconstruye el accidente, permitiendo validar o refutar hipótesis planteadas en el proceso de investigación. En ese sentido, su rol es complementario, especializado y no sustitutivo de la investigación policial.

Por lo que, el perito forense en accidentología vial cumple una función auxiliar dentro del proceso de investigación, aportando elementos probatorios gráficos y científicos que fortalecen la comprensión del hecho sin invadir competencias jurídicas ni operativas. Su intervención se activa por requerimiento de la unidad a cargo de la investigación del accidente de tránsito, el fiscal o el juez en casos complejos, y su trabajo se enmarca estrictamente en los principios de la criminalística aplicada al tránsito terrestre.

c) Relación funcional con el perito en investigación de accidentes de tránsito o investigador.

La labor del perito forense en accidentología vial se articula directamente con la función del perito en investigación de accidentes de tránsito, perteneciente a las unidades especializadas o investigadores de las comisarias. Esta relación no es jerárquica ni sustitutiva, sino complementaria y técnica, en la medida que ambos perfiles responden a competencias distintas dentro del proceso investigativo.

Tanto el perito en investigación de accidentes de tránsito y el investigador, actúan como expertos, y realizan el levantamiento de indicios en campo, recoge testimonios, elabora croquis y diagramas planimétricos, que, aunado a la pericia criminalística y el análisis metodológico y técnico-normativo, formula el informe respectivo de investigación de accidentes de tránsito, donde establece la causalidad del hecho, los factores concurrentes y las infracciones normativas.

Por su parte, el perito forense en accidentología vial trabaja sobre los datos ya levantados, y aplica métodos científicos para reconstruir la dinámica del accidente desde una perspectiva física, mecánica y gráfica. Su pericia no determina causalidad del accidente, sino que aporta una representación objetiva del evento, que puede ser utilizada por el perito o investigador en accidentes de tránsito, el fiscal o el juez para validar hipótesis, contrastar versiones o esclarecer la secuencia de hechos.

Ambos peritos deben coordinar técnicamente en casos complejos, especialmente cuando la reconstrucción del hecho requiere simulación avanzada, análisis biomecánico o modelado tridimensional.

d) Intervención pericial del perito forense en accidentología vial

La intervención del perito forense en accidentología vial no es automática ni permanente. Su participación se activa únicamente en los siguientes supuestos:

- i) Por solicitud de la unidad especializada en investigación de accidentes de tránsito o las comisarias, cuando se requiere apoyo técnico científico para complementar la investigación técnico pericial u operativa.
- ii) Por requerimiento expreso del Ministerio Público o del Poder Judicial, cuando el caso reviste complejidad técnica, controversia en la secuencia del hecho o necesidad de validación científica de hipótesis planteadas.
- iii) En el marco de protocolos de actuación conjunta con unidades o áreas de investigación de accidentes de tránsito.



5) Clasificación de los accidentes de tránsito

a) Accidentes de tránsito simples

Son todos aquellos en los que participan un solo vehículo en traslación sobre una vía de circulación y con una relación directa o indirecta del elemento humano. Estos a su vez se sub clasifican en:

i) Choque

Es la colisión de un vehículo en traslación contra cualquier objeto permanente o transitoriamente fijo, o contra otro vehículo estacionado. Por la forma de la colisión, los choques simples pueden ser:

Figura 40

Vista de un choque



- (1) Frontal: cuando el vehículo que colisiona impacta con su parte anterior.
- (2) Angular: cuando el vehículo que impacta lo hace con cualquiera de sus vértices (posterior o anterior).
- (3) Lateral: cuando el vehículo que impacta lo hace con cualquiera de sus lados (derecho o izquierdo).
- (4) Posterior: cuando el vehículo que colisiona lo hace con su parte trasera.

ii) Volcadura

Es el vuelco que sufre un vehículo cuando se encuentra en traslación, pudiendo hacerlo sobre sus lados o hacia adelante o hacia atrás. En estos casos, la volcadura adquiere su propia denominación:

- (1) Tonel: es el vuelco de un vehículo en traslación que gira sobre su eje de equilibrio longitudinal.



Figura 41

Vista vuelco de tonel de un vehículo



- (2) Campana: es el vuelco de un vehículo en traslación que gira sobre su eje de equilibrio transversal.

Figura 42

Vista de vuelco de campana de un vehículo.



iii) Incendio

El incendio como accidente de tránsito debe darse cuando el vehículo se encuentra en traslación y suele tener como causa una falla de orden mecánico (rotura de la tubería de alimentación de gasolina, cortocircuito en el sistema eléctrico, inflamación de combustible, etc.).

Figura 43

Incendio producto de accidente de tránsito



iv) Despiste

Es la pérdida del contacto de las llantas de un vehículo con la superficie normalmente circulable de la vía; es decir, salirse de la porción designada para tal efecto. El despiste puede ser de dos clases:

- (1) Parcial: cuando no todas las ruedas del vehículo pierden total contacto con la porción circulable.

Figura 44

Despiste parcial



- (2) Total: Cuando todas las ruedas del vehículo pierden contacto con la porción circulable.

Figura 45

Despiste total



Para ser considerado como accidente de tránsito, el resultado dañoso del DESPISTE debe provenir del hecho individual, ya que por lo general se constituye en el hecho previo al suceso de mayor gravedad (despiste - volcadura, despiste - atropello, despiste - choque, etc.).

b) Accidentes de tránsito múltiples

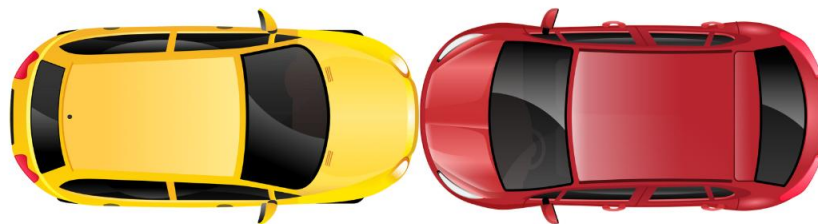
Son aquellos donde participan por los menos dos vehículos en traslación o un vehículo en traslación y un peatón. Los accidentes de tránsito múltiple se clasifican en:

i) Choques

- (1) Frontal: se configura en forma genérica, cuando las partes exteriores de ambos vehículos entran en contacto entre sí. A su vez, el choque frontal puede ser:
 - (a) Céntrico: cuando los ejes longitudinales de los vehículos se alinean.

Figura 46

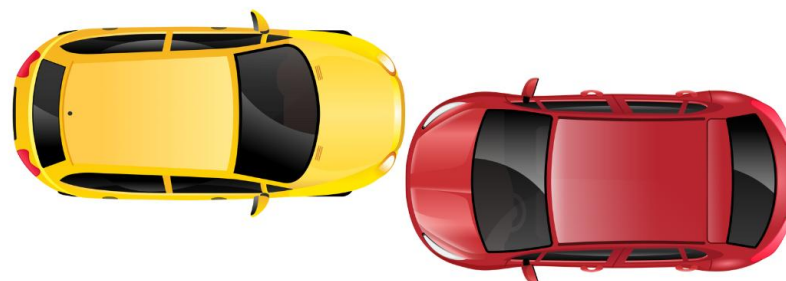
Vista de choque frontal céntrico



- (b) Excéntrico: cuando los ejes longitudinales de los vehículos no se alinean y puede ser:
 - (i) Derecho

Figura 47

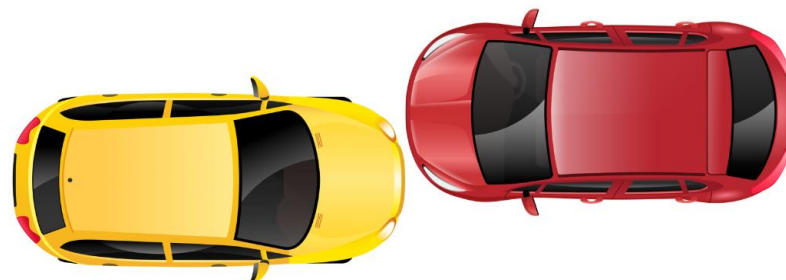
Vista de choque frontal excéntrico derecho



- (ii) Izquierdo

Figura 48

Vista de choque frontal excéntrico izquierdo

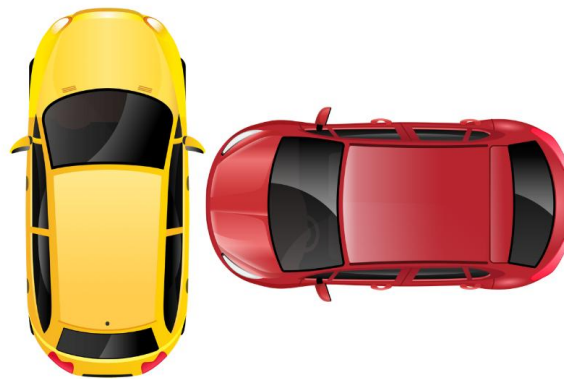


- (2) Embiste: cuando el vehículo que colisiona lo hace con su parte frontal contra la parte lateral del otro. Cuando el eje longitudinal del primer vehículo se alinea con el eje transversal del otro, se le denomina choque en "T". Los choques por embiste según el lado y la parte en que se producen pueden ser:
- (a) Lateral derecho: cuando el vehículo que recibe el impacto lo hace por el lado derecho.
 - (b) Lateral izquierdo: cuando el vehículo impactado recibe el impacto por su lado izquierdo.

Dependiendo del alineamiento o no de los ejes de equilibrio la nominación es de la siguiente forma:

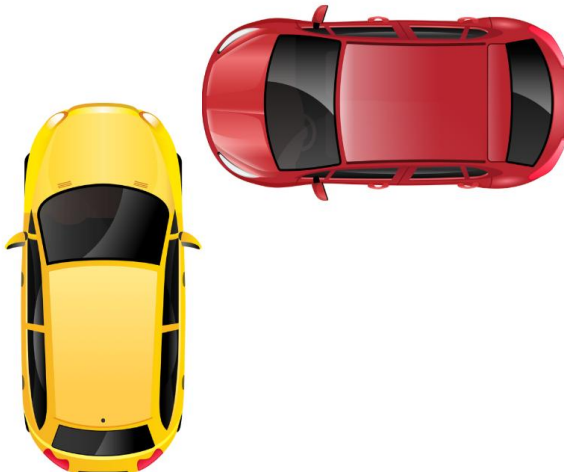
- (i) Céntrico

Figura 49
Embiste céntrico



- (ii) Excéntrico

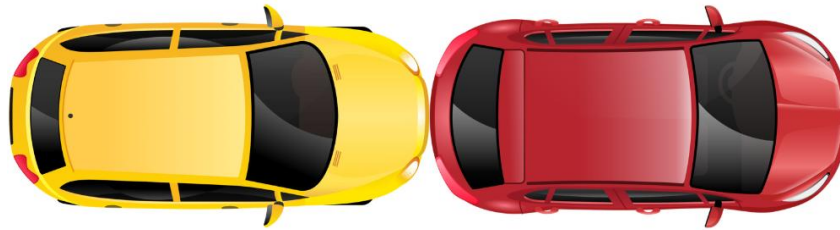
Figura 50
Embiste excéntrico



- (3) Alcance: es la colisión que se produce entre dos vehículos en traslación, que circulan en el mismo sentido, impactando con su parte frontal el que transita por detrás, contra la parte posterior del que recorre por delante. Por la forma del impacto y de acuerdo al alineamiento o no, de los ejes longitudinales de los vehículos, estos pueden ser:

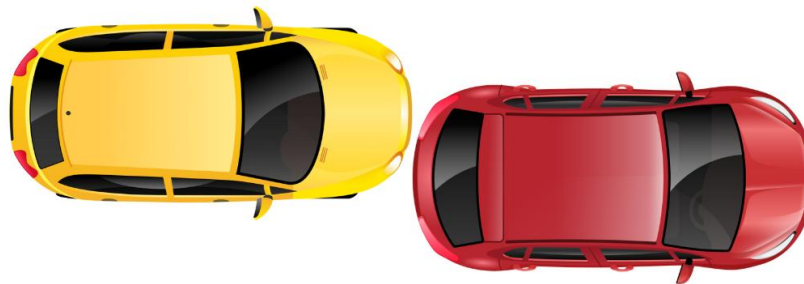
(a) Céntrico

Figura 51
Alcance céntrico



(b) Excéntrico (derecho o izquierdo).

Figura 52
Alcance excéntrico



(c) Lateral: es la colisión que se produce entre dos vehículos en traslación, donde sus partes laterales toman contactos entre sí. De acuerdo a la forma del impacto y sentidos de circulación de los vehículos, pueden ser:

- (i) Positivo: Cuando los vehículos circulan en sentido opuestos y sus partes laterales entran en contacto en forma longitudinal.

Figura 53
Lateral positivo



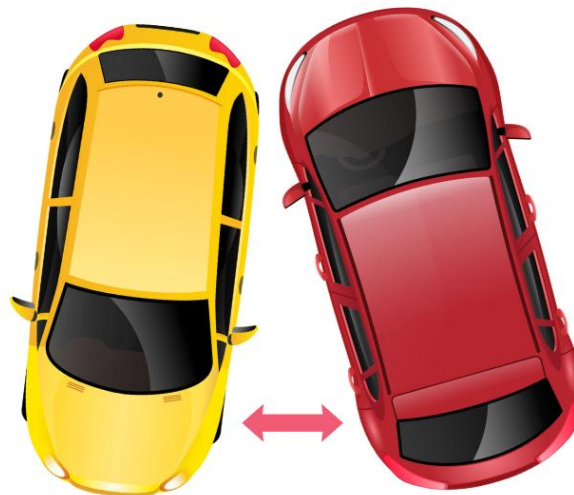
- (ii) Negativo: cuando los vehículos circulan en el mismo sentido y sus partes laterales toman contacto entre sí en forma longitudinal.

Figura 54
Lateral negativo



- (iii) Topetazo: cuando los vehículos circulan en el mismo sentido y sus partes laterales toman contacto entre sí en forma transversal.

Figura 55
Topetazo

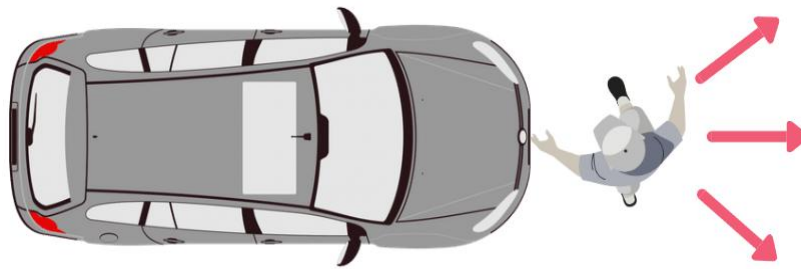


ii) Atropello

Es la colisión entre un vehículo en traslación y un peatón, por la forma de la colisión se sub clasifican en:

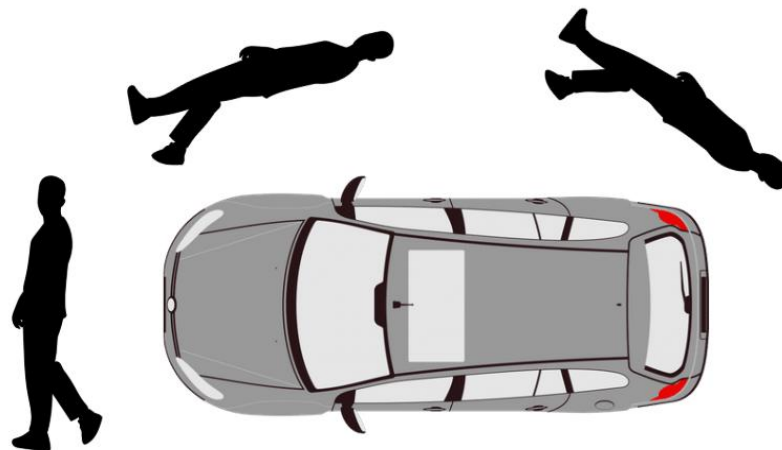
- (1) Con proyección: se configura cuando el vehículo impacta al peatón y lo proyecta ya sea hacia adelante (sentido de circulación del vehículo) o hacia los lados (del vehículo).

Figura 56
Vista de atropello con proyección



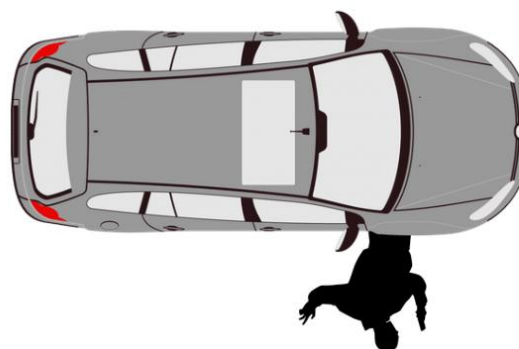
- (2) Con volteo: cuando el vehículo impacta al peatón y por la forma de la carrocería aunada a la acción del peatón, lo eleva y éste cae sobre el vehículo, pudiendo rodar hacia atrás o a los lados del mismo.

Figura 57
Vista de atropello con volteo



- (3) Con aplastamiento: esta clase de atropello se configura, cuando cualquiera de las ruedas del vehículo pasa sobre cualquier parte del cuerpo del peatón.

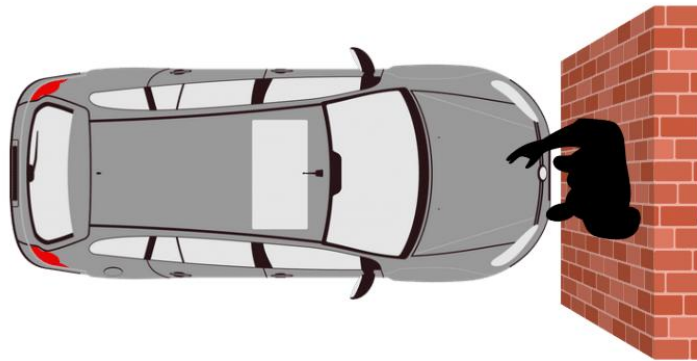
Figura 58
Vista de atropello con aplastamiento



- (4) Por compresión: esta clase se produce cuando un vehículo al impactar a un peatón lo presiona en forma mecánica contra cualquier objeto que se encuentra permanente o transitoriamente fijo en la vía.

Figura 59

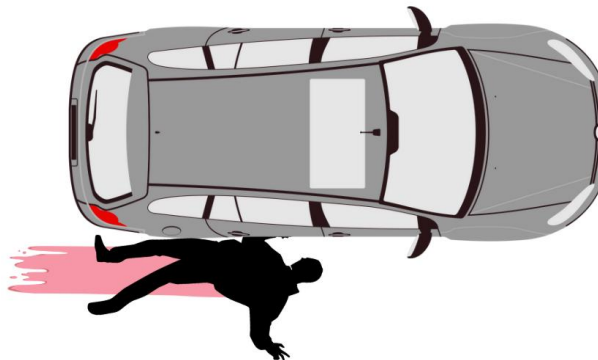
Vista de atropello por compresión



- (5) Por arrastramiento: cuando un vehículo arrastra a un peatón al engancharse cualquier parte, sea de su cuerpo o vestimenta, con alguna parte del vehículo.

Figura 60

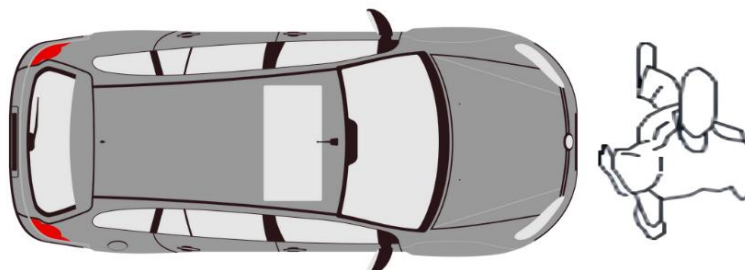
Vista de atropello por arrastramiento



- (6) Por encontronazo: cuando el peatón impacta contra el vehículo.

Figura 61

Vista de atropello por encontronazo



iii) Caída

En este tipo de sucesos la caída se puede producir dentro o fuera del vehículo, pero siempre como consecuencia de la circulación.



Figura 62
Vista de una caída



c) Accidentes de tránsito mixtos

Se denomina así a aquellos donde se combina un accidente de tránsito simple y uno múltiple o viceversa.

Figura 63
Accidente de tránsito mixto

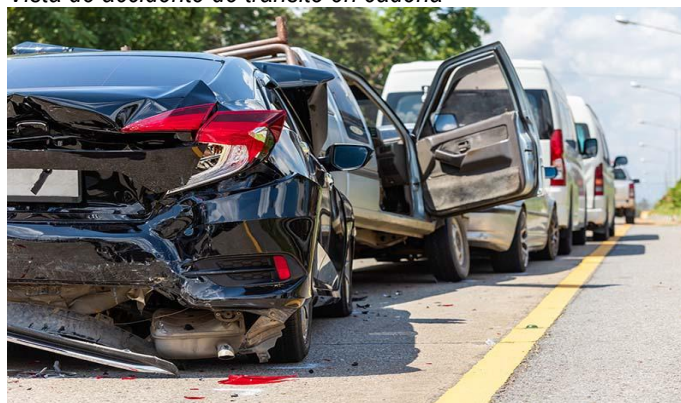


Nota. Tomado de Borinsky (2022).

d) Accidentes de tránsito en cadena

Son aquellos accidentes donde participan por lo menos tres vehículos que toman contacto uno detrás de otro. Para la consideración de esta sub clasificación, el accidente debe producirse en la misma vía de circulación, con vehículos que se desplacen en el mismo sentido, y que deben encontrarse en traslación por lo menos el último que impacta por detrás.

Figura 64
Vista de accidente de tránsito en cadena



Nota. Tomado de Indemnización por accidente (2025). Disponible en <https://indemnizacionporaccidente.com/indemnizacion-por-accidente-en-cadena/>



e) Accidente de tránsito especial con vehículo en movimiento

La clasificación de este tipo de sucesos está en función a la particularidad y atipicidad del hecho con la clasificación general de accidentes de tránsito anteriormente descrita.

f) Estudio de las causas

El término accidente: se define accidente como el evento que cause daño a personas o cosas, que se produce como consecuencia directa de la circulación de vehículos. (D.S 016-2009-MTC, art.2).

Lesión: una lesión es la consecuencia de una cadena causal de eventos y circunstancias

En la década del 30, del siglo pasado, Simonín (1931), propuso sobre la etiología más común de los accidentes provocados por automotores (que sigue en vigencia) lo siguiente:

i) Causas relacionadas al conductor

- Imprudencia, impericia y/o negligencia.
- Exceso de velocidad y temeridad en la conducción ("Temibilidad sistemática"). Imprudencia
- Fatiga, sueño, ebriedad o consumo de hipnóticos y estimulantes. Negligencia

ii) Causas relacionadas a la víctima.

- Sorpresa por distracción.
- Menor de edad o edades avanzadas.
- Deficiencia de visión o audición.
- Síndrome vertiginoso por vasculopatías.
- Encandilamiento.
- Falta de conocimiento de las normas de tránsito.
- Ebriedad.

iii) Causas relacionadas al vehículo.

- Ruptura de la barra de dirección o desprendimiento del volante.
- Falla del frenado.
- Desprendimiento de una rueda, aro, taza.
- Reventón de un neumático.
- Desprendimiento de la palanca de cambios, ruptura de los discos de embrague.
- Falta de funcionamiento de los limpiaparabrisas.
- Deformación de los paragolpes.
- Ausencia de espejos retrovisores.
- Mal funcionamiento de las luces, especialmente de las de giro o de stop.
- Uso indebido de las luces altas provocando encandilamiento.
- Fallas en la combustión con desprendimientos de gases tóxicos en el interior del hábitat del vehículo.





- Incendios por pérdidas o explosión del tanque de combustible.
- Estacionamiento inadecuado del vehículo.

iv) Causas relacionadas a la vía.

- Ruta resbaladiza por llovizna, escarcha o manchas de aceite.
- Sorpresivos e ignorados cambios de dirección.
- Pasos a nivel sin barreras o señalación.
- Cambios de la señalización.
- Cambios de mano no anunciados
- Cruces múltiples de rutas.

v) **Causas relacionadas a condiciones climáticas.**

- Crepúsculo.
- Lluvia intensa.
- Luz solar muy intensa.
- Frío o calor intenso.
- Nieblina.
- Granizo intenso.
- Nieve.

g) Elementos comunes de la labor pericial

La biomecánica es la ciencia interdisciplinaria que aplica los principios de la mecánica (física) al estudio del movimiento y la estructura de los seres vivos y permite:

- i) Evaluar la severidad de las lesiones: a partir del análisis de la aceleración, desaceleración y las fuerzas que experimentan los ocupantes, se pueden prever los tipos de lesiones que pueden sufrir. Esto es importante tanto para determinar la gravedad del accidente como para cuestionar posibles exageraciones o falsificaciones de lesiones en un contexto legal.
- ii) Relacionar las lesiones con el uso de medidas de seguridad: se estudia si los sistemas de seguridad como cinturones de seguridad y airbags funcionaron adecuadamente y cómo pudieron haber mitigado las lesiones.
- iii) Causales de muerte por colisión de vehículos de motor: estudios lesionológicos y tanatológicos en la última década en latinoamérica, es coincidente con las observaciones de otros países americanos y europeos, en cuanto a las causales de muerte en colisiones de vehículos de motor, siendo entre las causas principales: el exceso de velocidad, el incumplimiento de las normas de tránsito y el consumo de drogas y alcohol en ese orden.

Al referirnos al exceso de velocidad, debemos remarcar que se trata de las velocidades permitidas por ley respecto de cada lugar del hecho, debiendo tener en cuenta que, para la producción de lesiones corporales, el límite que marca baja o alta velocidad se ubica en los 40 km por hora, que es el equivalente a una caída libre desde un cuarto piso (12 a 15 metros).

- iv) En relación al incumplimiento de las normas de tránsito, el mayor porcentaje de hechos mortales se relacionan con la falta de utilización de cinturones de seguridad, tanto en conductor como en



acompañantes en la parte delantera o posterior. Respecto del consumo de drogas y alcohol, en el Perú el límite máximo de alcohol permitido en sangre para conducir es de 0.50 gramos por litro (0.50 g/l); para conductores de transporte público, el límite es de 0.25 gramos de alcohol por litro de sangre; se prohíbe conducir vehículos con alcoholemias iguales o superiores a esa medida límite en el cual los efectos tóxicos comienzan siendo estimulantes por inhibición de los centros inhibidores para transformarse en depresores del Sistema Nervioso Central a medida que aumenta la concentración en sangre.

Por lo expuesto, puede afirmarse de las estadísticas de investigación accidentológica vial que solo 5% de las colisiones pueden atribuirse a factores técnicos vehiculares Y FACTORES VIALES. El 90% de todos los eventos se debe a fallas humanas, tal como ya fuera expuesto.

h) Principios de la accidentología vial forense

La accidentología forense es una disciplina científica que se enfoca en el análisis y reconstrucción de accidentes de tránsito. El objetivo principal de esta disciplina es determinar las causas, condiciones y responsabilidades de los accidentes mediante el uso de principios científicos, matemáticos y tecnológicos.

i) Principio de la conservación de la energía:

Este principio establece que la energía total en un sistema cerrado se conserva. En la accidentología forense, este principio es aplicado en el análisis de colisiones, ya que la energía cinética involucrada en el choque de los vehículos no desaparece, sino que se transforma. En un accidente de tránsito, la energía se distribuye en diversas formas:

- (1) Deformación de los vehículos: la energía cinética del movimiento se convierte en energía de deformación cuando los vehículos colisionan y se dañan.
- (2) Energía disipada en el ambiente: parte de la energía también se disipa en el entorno, por ejemplo, a través del calor generado en el choque o en la fricción con el pavimento.
- (3) Traslado de energía a los ocupantes: en los casos más graves, la energía puede transferirse a los ocupantes del vehículo, causando lesiones o incluso la muerte.

Mediante el análisis de la distribución de esta energía, los peritos pueden reconstruir las velocidades iniciales de los vehículos y el momento del impacto, lo que es esencial para determinar responsabilidades en el accidente.

ii) Principio de la inercia (primera ley de Newton)

- (1) El principio de inercia establece que un cuerpo permanecerá en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme a menos que una fuerza externa actúe sobre él. En la accidentología forense, este principio es utilizado para analizar la trayectoria de los vehículos antes y después del impacto. Este principio es útil para:
- (2) Determinar maniobras evasivas: si un conductor realizó maniobras evasivas antes del choque, como frenar bruscamente o girar, se pueden identificar cambios en la inercia. Las huellas de frenado o las marcas de deslizamiento pueden ser analizadas para inferir estas acciones.
- (3) Analizar el comportamiento de los ocupantes: en una colisión, los ocupantes del vehículo tienden a continuar moviéndose en la misma dirección que llevaban antes del choque, hasta que son detenidos por el cinturón de seguridad, el airbag, o el propio vehículo. Este análisis es





fundamental para entender las lesiones de los ocupantes y determinar si las medidas de seguridad fueron efectivas.

iii) Principio de la ley de la fuerza (segunda ley de Newton)

Señala que, aplicada una fuerza a un cuerpo, éste se acelera. La aceleración se produce en la misma dirección que la fuerza aplicada y es inversamente proporcional a la masa del cuerpo que se mueve. Este principio es útil para:

- (1) Entender que a mayor sea la masa de un cuerpo mayor será la fuerza que se requiera para moverlo.
- (2) Se hace referencia a un axioma físico, el vehículo de mayor masa y velocidad arrastrará en su trayectoria al de menor masa.

iv) Principio de acción y reacción (tercera ley de Newton)

Este principio establece que para cada acción existe una reacción de igual magnitud, pero en sentido contrario. En los accidentes de tránsito, este principio es clave para entender cómo los vehículos interactúan entre sí durante una colisión. Por ejemplo, cuando dos automóviles colisionan frontalmente, ambos experimentan fuerzas equivalentes, pero en direcciones opuestas. Este principio se aplica para analizar:

- (1) Fuerzas en los puntos de contacto: se estudia cómo las fuerzas de la colisión se distribuyen en las estructuras de los vehículos, lo cual puede ser importante para determinar cuál vehículo tenía mayor velocidad o cuál impactó primero.
- (2) Desplazamiento post-impacto: la manera en que los vehículos son desviados tras el impacto también puede ser explicada por este principio, lo que ayuda a determinar la dinámica posterior al choque.

v) Principio de la conservación de la cantidad de movimiento

La cantidad de movimiento, también conocida como momento lineal, se conserva en un sistema cerrado donde no hay fuerzas externas significativas. En una colisión de vehículos, este principio permite calcular las velocidades antes del choque, basándose en las masas de los vehículos y sus movimientos posteriores al impacto. Este principio es particularmente útil en:

- (1) Reconstrucción de colisiones complejas: en colisiones múltiples o en accidentes donde hay varios vehículos involucrados, la conservación de la cantidad de movimiento ayuda a entender cómo se redistribuyeron las fuerzas entre los diferentes vehículos y a estimar las velocidades iniciales de cada uno.
- (2) Análisis de desvíos: los cambios en la dirección de los vehículos después de la colisión pueden ser analizados para inferir la energía que fue transferida entre los automóviles.

vi) Principio de percepción y reacción del conductor

Este principio está relacionado con los tiempos de percepción y reacción de los conductores antes del impacto. En un accidente, es crucial determinar cuánto tiempo tuvo el conductor para percibir el peligro y cómo reaccionó ante él. En términos generales, el tiempo de percepción - reacción incluye dos fases:



- (1) Percepción: el tiempo que tarda el conductor en darse cuenta de un peligro. Esto depende de factores como la visibilidad, la velocidad del vehículo, las condiciones del entorno y el estado físico y mental del conductor.
- (2) Reacción: el tiempo que tarda el conductor en realizar una maniobra evasiva, como frenar o girar el volante.

Estos tiempos son calculables y pueden ser comparados con la distancia recorrida por el vehículo durante esos segundos, lo que ayuda a determinar si el accidente podría haberse evitado o si el conductor tenía pocas posibilidades de evitar el choque.

vii) Principio de reconstrucción del impacto

La reconstrucción del impacto es uno de los pilares de la accidentología forense. Se trata de recrear el accidente de forma científica para comprender las circunstancias que llevaron a su ocurrencia. Este principio se basa en:

- (1) Análisis de evidencias físicas: las huellas de frenado, las deformaciones de los vehículos, los ángulos de impacto y la distribución de los fragmentos en la escena del accidente son analizados para reconstruir la secuencia de eventos.
- (2) Modelado computacional: en algunos casos, se utilizan simulaciones por computadora para recrear el accidente de manera virtual. Esto permite a los peritos visualizar diferentes escenarios y corroborar hipótesis.
- (3) Entrevistas y testimonios: la recopilación de testimonios de testigos, junto con la información técnica, permite corroborar los datos objetivos obtenidos a través de las evidencias físicas.

viii) Principio de la fiabilidad de las pruebas

En accidentología forense, la precisión y fiabilidad de las pruebas es esencial para la validez del análisis. Se deben aplicar técnicas científicas validadas y basarse en evidencias objetivas que puedan ser reproducidas y verificadas por otros expertos. La cadena de custodia de las evidencias debe ser rigurosa para evitar la manipulación o alteración de los elementos analizados.



3.2.2. Acústica forense⁴

1) Historia

Ángel (2024) en su presentación de los fundamentos de la acústica forense aborda sobre la historia de la acústica forense, precisando que se inicia el año 1935, con el caso Lindbergh marcó un hito cuando la voz del acusado fue reconocida en juicio como prueba válida. En la década de 1940, ingenieros de los Laboratorios Bell desarrollaron el espectrógrafo de sonido y publicaron el libro “Visible Speech”, donde se mostraba la representación visual del habla. En 1960, Lawrence Kersta propuso un método de identificación de voz que en 1962 denominó “Voiceprint”, comparándolo con las huellas dactilares. Más tarde, en 1966 fundó el laboratorio de voiceprint para difundir y aplicar esta técnica. En 1967, la policía de Michigan y las cortes de EE.UU. comenzaron a usar la identificación de voz en investigaciones criminales, y en 1970 se creó la primera unidad policial especializada en esta práctica. En 1992, Colombia incorporó pruebas técnicas de voz tras la creación de la Fiscalía, y en Perú, hacia el año 2000, el análisis de sonido se formalizó en la especialidad funcional de Audio y Video de la División de Laboratorio Criminalístico de la Policía Nacional del Perú.

2) Definición

La acústica forense según Rios (2024) es un conjunto de métodos científicos aplicados a la investigación judicial, cuyo foco principal son los registros sonoros y, de manera complementaria, los elementos vinculados a ellos, tales como los soportes y los medios utilizados para la grabación, transmisión, reproducción y almacenamiento. La acústica forense constituye una rama de la criminalística que emplea técnicas propias de la ingeniería acústica con el fin de esclarecer delitos y contribuir a la identificación de sus autores. La elección y aplicación de dichas técnicas solo se ve limitada por las particularidades de cada caso pericial (José, 2015).

La acústica forense es la disciplina científica encargada de analizar e investigar las voces y sonidos vinculados a una controversia sometida a un órgano jurisdiccional, constituyendo un fundamento para el esclarecimiento de la verdad (Eduardo, 2008). Es la encargada del análisis y evaluación de archivos de sonido con el fin de aportar indicios en la investigación o pruebas periciales ante la Autoridad Judicial. “Se encarga de la obtención y recopilación de grabaciones de muestras sonoras, así como de la gestión, estudio, tratamiento y análisis de voces y sonidos contenidos en archivos digitales (datos y metadatos) para determinar el origen, la autenticidad, la integridad y otros aspectos relevantes con fines criminalísticos - forense” (Decreto Supremo N.º 011, 2025).

3) Bases teóricas

a) Normas, guías, metodologías internacionales

- i) Red Europea de Institutos de Ciencias Forenses (ENFSI) FSA-BPM-003: Manual de buenas prácticas para la metodología de comparación forense de hablantes.

El objetivo de esta guía metodológica es el de proporcionar un marco para los procedimientos, principios de calidad, procesos de capacitación y enfoques del examen forense de comparación de hablantes, se basa en un procedimiento combinado de análisis fonético-lingüísticos, auditivos y

⁴ Redactado por: May. S. PNP Shirley Stana Poma Gonzales y S2 PNP Nadia Miluska Herrera Peralta.



acústicos de diferentes características del habla. (Red europea de institutos y ciencias forenses, 2022).

- ii) Red Europea de Institutos de Ciencias Forenses (ENFSI) FSA-BPM-002: Manual de buenas prácticas para el análisis de autenticidad de audio digital.

Tiene como objetivo proporcionar un marco para los procedimientos, principios de calidad, procesos de capacitación y enfoques del examen forense para establecer y mantener prácticas de trabajo en el campo del análisis forense de la autenticidad del audio digital.

- iii) Directriz metodológica para las mejores prácticas en el reconocimiento forense semiautomático y automático de hablantes.

Proporcionar una metodología para interpretar el habla grabada como evidencia científica y establecer medidas cuantitativas de evidencia en un entorno semiautomático y automático. (Drygajlo et al., 2015)

- iv) Grupo de trabajo sobre el análisis forense del habla y el audio FSAAWG-BPM-ENF-001

El propósito de la guía es proporcionar las directrices para el análisis de frecuencia de red eléctrica (ENF) en el ámbito de la autenticación forense de grabaciones digitales de audio y video. Es una de las diversas técnicas que pueden aplicarse a una grabación digital de audio y video para determinar su autenticidad. (Red europea de institutos y ciencias forenses, 2009)

- v) Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM): E3150-18 Guía estándar para la configuración y el mantenimiento de laboratorios de audio forense

Esta guía establece recomendaciones para la creación de un espacio de laboratorio de audio forense, así como la configuración, verificación y mantenimiento de los equipos contenidos en el laboratorio.

- vi) Grupo de trabajo científico sobre evidencia digital (SWGDE), mejores prácticas para audio forense.

Esta guía de buenas prácticas propone recomendaciones a los profesionales de audio forense para el manejo y examen de la evidencia de audio forense, en ella se describe las mejores prácticas para la recepción, documentación, manejo y examen de la evidencia de audio, independientemente de las herramientas y dispositivos utilizados para realizar el examen. (Grupo de trabajo científico sobre tecnología de imágenes)

b) Fundamentos físicos de la acústica

- i) Naturaleza del sonido

(1) El sonido

Es el fenómeno físico que permite estimular al oído, se percibe cuando un cuerpo vibra a una frecuencia comprendida entre 15 y 20 000 ciclos por segundo (Pérez, 2015). En física, el sonido es una vibración que se propaga como una onda acústica, a través de un medio de transmisión como un gas, líquido o sólido. Desde la perspectiva de la fisiología y la psicología humanas, el sonido corresponde a la recepción de ondas acústicas y a su posterior interpretación por el cerebro. Únicamente las ondas con frecuencias comprendidas entre aproximadamente 20 Hz y 20 kHz, conocidas como rango audible, generan una percepción sonora en el ser humano (Aquaefundación, 2023).



En condiciones atmosféricas normales, este rango equivale a longitudes de onda que oscilan entre 17 metros y 1,7 centímetros. Las frecuencias superiores a 20 kHz reciben el nombre de ultrasonido y no son perceptibles para el oído humano, mientras que las inferiores a 20 Hz se denominan infrasonido. Cabe destacar que cada especie animal posee un rango auditivo particular, distinto al del ser humano.

(a) Características del sonido

(i) Longitud de onda

Se denomina longitud de onda a la distancia mínima en la que una onda sonora se repite. En otras palabras, corresponde a la extensión espacial de un ciclo completo de la onda. Su símbolo es la letra griega λ (lambda).

(ii) Amplitud

Cuando una onda atraviesa un medio, las partículas de este se desplazan temporalmente respecto a su posición de equilibrio. El máximo desplazamiento alcanzado por dichas partículas se denomina amplitud de la onda, y se asocia al tamaño o altura de la misma. En el Sistema Internacional de Unidades, la amplitud se expresa en metros (m), aunque en algunos casos también puede medirse en centímetros (cm).

(iii) Período

El período de una onda corresponde al tiempo necesario para generar un ciclo completo de vibración. Dicho de otro modo, es el intervalo temporal que tarda un cuerpo vibrante en completar una oscilación. Se representa con la letra T y su unidad de medida es el segundo (s).

(iv) Frecuencia

La frecuencia se define como el número de ciclos u ondas completas que se producen en un segundo. Como cada onda completa proviene de una vibración del cuerpo emisor, puede entenderse también como el número de vibraciones por segundo. Se mide en hertz (Hz), donde 1 Hz equivale a una vibración por segundo. Por ejemplo, si se registran 10 vibraciones en un segundo, la frecuencia será de 10 Hz.

(v) Velocidad de propagación de la onda

La velocidad de onda es la distancia que recorre la perturbación en un segundo. En un medio homogéneo esta velocidad se mantiene constante y depende directamente de las características físicas del medio en el que se transmite.

(b) Cualidades del sonido

(i) Tono

El tono es la propiedad del sonido que permite diferenciar si es agudo o grave. Está determinado por la frecuencia de la onda sonora, es decir, por la rapidez de las vibraciones. A mayor frecuencia, el sonido se percibe más agudo, mientras que a menor frecuencia se percibe más grave.



(ii) Duración

La duración se refiere al tiempo que un sonido permanece audible, lo que permite distinguir entre un sonido corto y uno prolongado. Esta característica depende de la persistencia de la onda, es decir, del tiempo que tarda en extinguirse.

(iii) Intensidad

La intensidad es la cualidad que diferencia un sonido fuerte de uno débil o suave. Está relacionada con la amplitud de la onda sonora, que corresponde al grado de vibración respecto a la posición de reposo. Se mide en decibelios (dB).

(iv) Timbre

El timbre, también llamado color del sonido, es lo que permite reconocer y distinguir la fuente emisora, como ocurre con diferentes instrumentos musicales o voces. Esta propiedad depende de la envolvente sonora y de la presencia de frecuencias secundarias o armónicos, que le otorgan una cualidad única a cada sonido.

(2) Ondas sonoras

El sonido se transmite ('viaja') por el aire en forma de ondas, como las ondas de radio, las electromagnéticas, las luminosas, los rayos X, los rayos gamma, los rayos cósmicos. Las ondas se propagan sin desplazamiento de materia; no obstante, sí que se produce un 'transporte' de energía.

ii) Procesamiento digital de señales de audio

(1) Digitalización del sonido

La digitalización del sonido es el procedimiento mediante el cual una señal analógica se transforma en una secuencia de valores binarios (0 y 1), utilizando el sistema binario. La digitalización implica que el sonido ha de ser captado, transformado, procesado y, por último, conservado. En el proceso intervienen diferentes dispositivos y componentes.

(a) Captura y transformación

El primer paso para digitalizar el sonido consiste en capturar y transformar las vibraciones sonoras de la fuente emisora en señales eléctricas (variaciones de voltaje).

(b) Muestreo

Consiste en recoger datos de esas señales eléctricas a intervalos regulares de tiempo controlados por un reloj digital interno. Dos parámetros son fundamentales para obtener audio digital de calidad:

(i) Frecuencia de muestreo

La frecuencia de muestreo determina la cantidad de muestras que se 'toman' por unidad de tiempo. Se expresa en Khz. (nº de muestras por segundo).

(ii) Bitrate

El bitrate es la cantidad de bits (0 y 1) empleados para representar cada una de esas muestras tomadas. Se expresa en Kbps (kilobits por segundo).



(c) Cuantificación

Se mide el voltaje que corresponde a la amplitud de la muestra en cada instante (controlado por el ciclo de reloj interno) y se le asigna un valor numérico discreto por aproximación (cuya precisión dependerá del bitrate de codificación). Es un valor finito, no continuo, que podemos considerar como digital.

(d) Codificación

El conversor A/D, conforme a las instrucciones determinadas por el códec empleado, organiza los datos obtenidos de la muestra y cada uno de esos valores discretos es transformado al sistema binario de 0 y 1, según el bitrate elegido (por ejemplo, 16). El Códec es el acrónimo de codificador/decodificador. Son pequeños programas instalados en el ordenador que sirven para determinar la forma en que están almacenados los datos para que ocupen menos espacio (normalmente, a costa de perder algún tipo de información).

(2) Compresión y formatos de audio

La compresión de audio o mejor dicho, la compresión de archivos de audio, es un proceso mediante el cual se reduce el tamaño de archivos de audio. De este modo se ahorra durante la transmisión o almacenamiento de información en formato audio de banda ancha o en la memoria. De manera similar a otros procedimientos de compresión como la compresión de vídeos, este proceso utiliza distintas opciones para reducir el volumen de datos. Un formato de archivo de audio es un contenedor multimedia que guarda una grabación de audio (voz, música, etc.).

Para poder manejar el sonido digital con facilidad se desarrollaron unas formas para guardar estos archivos de manera que fuesen lo más pequeños posible, sin perder demasiada calidad. Estas formas reciben el nombre de formatos, cada formato tiene asociada una extensión que nos sirve para nombrarlo e identificarlo. Existen muchos formatos de sonido, cada uno desarrollado por un fabricante, y, desde luego, no todos los programas son capaces de "leer" todos los formatos, de aquí la utilidad de los editores de sonido que, además de grabar y reproducir sonido, pueden servir para cambiar un tipo de formato en otro.

Dentro de los formatos podemos establecer una clasificación general en:

- Formatos sin compresión: son los que almacenan el sonido tal cual se graba sin realizar ningún tipo de modificación. Desde el punto de vista de calidad de sonido son los mejores, pero tienen un gran inconveniente producen archivos de enorme tamaño entre 2,6 y 10,4 Mb (megabytes) por minuto. Entre ellas tenemos WAV, CDA, AIFF
- Formatos con compresión: son los que almacenan el sonido de forma comprimida, realizando una transformación que hace que el archivo sea de menor tamaño. Todos los formatos comprimidos producen una pérdida de calidad con respecto al sonido original, pérdida que será mayor cuanto mayor sea el porcentaje de compresión que utilicemos. Entre ellas tenemos las de compresión sin pérdida como FLAC y con pérdida como MP3, OGG, WMA, AAC.





c) La voz humana

De acuerdo al Instituto Nacional de la sordera y otros trastornos de la comunicación (NIDCD, 2025) el habla es producida por varias partes del cuerpo que trabajan de manera articulada para formar los sonidos de la voz, siendo:

- i) Los pulmones: la voz se genera por el flujo de aire de los pulmones, cuando el aire de los pulmones sopla a través de las cuerdas vocales a gran velocidad, las cuerdas vocales vibran y son las vibraciones que conducen a sonidos que llamamos voz. Estos sonidos se moldean para formar el habla.
- ii) La laringe: cuando llega el momento de hablar, la presión de aire debajo de la laringe aumenta hasta que las cuerdas vocales se abren separándose
- iii) Las cuerdas vocales: la presión hace que el aire pase a través de las cuerdas vocales, lo que crea una succión cuando exhalamos. Para producir el habla, las cuerdas vocales deben vibrar normalmente a medida que el aire viaja a través de ellas desde los pulmones hasta la boca y la nariz
- iv) La boca y la nariz: movimientos coordinados, principalmente por la lengua, los labios y en las fosas nasales, producen sonidos reconocibles llamados habla.

En resumen, la voz humana es producida en la laringe, cuya parte esencial, la glotis, constituye el verdadero órgano de fonación humano. El aire procedente de los pulmones, es forzado durante la espiración a través de la glotis, haciendo vibrar los dos pares de cuerdas vocales, que se asemejan a dos lengüetas dobles membranáceas. Las cavidades de la cabeza, relacionadas con el sistema respiratorio y nasofaringeo, actúan como resonadores.

d) Técnicas usadas para el procesamiento

De acuerdo a Rios (2024) precisa que se requiere aplicar ciertas técnicas para el análisis de archivos de audio tales como:

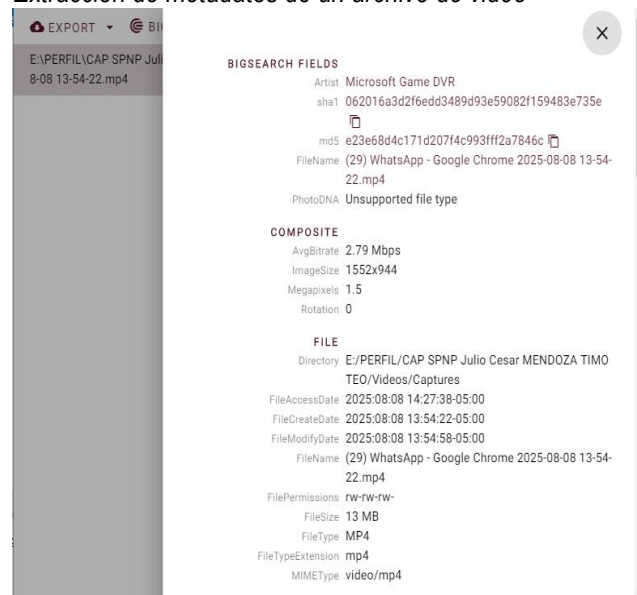
i) Análisis de metadatos

Los metadatos en archivos de audio digital corresponden a la información adicional que queda integrada en el propio archivo y que describe distintos aspectos de su contenido. Estos datos suelen clasificarse en tres grandes categorías. En primer lugar, los metadatos del sistema abarcan información básica del archivo, como su tamaño, la fecha de creación o las modificaciones realizadas. En segundo lugar, los metadatos de la aplicación son generados por el software de edición o creación del audio e incluyen elementos como el formato, la tasa de bits o el tipo de compresión utilizado. Finalmente, los metadatos incrustados, propios de los archivos de audio, pueden incorporar datos relacionados con la autoría, los derechos de reproducción y aspectos técnicos de la grabación. En el ámbito forense, esta última categoría adquiere especial importancia, ya que puede aportar información determinante para verificar la autenticidad y procedencia de la evidencia sonora.



Figura 65

Extracción de metadatos de un archivo de video



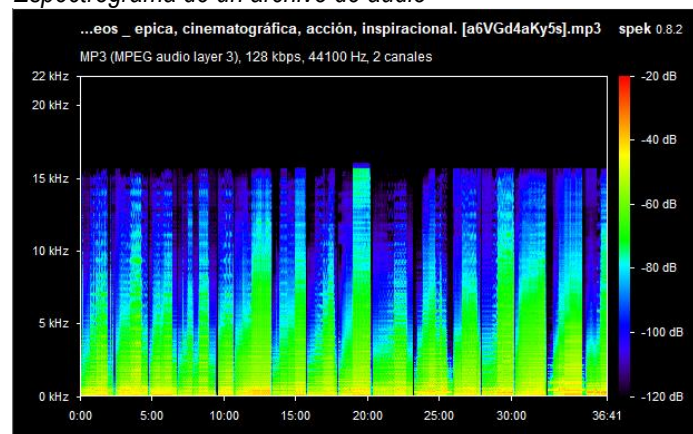
Nota. Representación gráfica de los metadatos de un archivo de video extraído a través de un software.

ii) Análisis espectral

El análisis espectral se centra en estudiar la distribución de frecuencias presentes en una grabación de audio. A través de programas especializados, se puede reconocer patrones acústicos, identificar ruidos característicos y detectar posibles anomalías en el espectro, lo que resulta útil para evaluar la autenticidad y la coherencia del registro sonoro.

Figura 66

Espectrograma de un archivo de audio



Nota. Representación gráfica del espectrograma de un archivo de audio.

iii) Análisis temporal

Este tipo de análisis aborda la señal en su dimensión temporal, es decir, la evolución de los sonidos a lo largo del tiempo. Permite examinar la duración, el orden y la sincronización de los eventos sonoros registrados. Gracias a ello, se puede advertir la existencia de cortes, ediciones u otras modificaciones que comprometan la fiabilidad de la evidencia.

Así también, Perite (2014) considera las siguientes técnicas adicionales de procesamiento de archivos de audio:

Figura 67*Representación de la onda de un sonido***Nota.** Representación gráfica de una onda sonora de un archivo de audio.

iv) Procesamiento y mejora de grabaciones

Con frecuencia, las grabaciones presentan ruidos de fondo, distorsiones u otras interferencias que dificultan su análisis. Para superar estas limitaciones, se puede aplicar técnicas de restauración y mejora digital que reducen los elementos no deseados y optimizan la calidad sonora. De esta manera, se facilita la identificación de detalles relevantes y se incrementa la precisión en la interpretación de la evidencia acústica.

v) Identificación y comparación de voz

El reconocimiento de voz constituye una de las técnicas más relevantes en la pericia acústica. Consiste en comparar una voz registrada en una grabación con muestras de referencia provenientes de posibles hablantes. Mediante métodos fonéticos y acústicos avanzados, es posible asociar o descartar la participación de una persona en un determinado registro, aportando información clave para la investigación.

vi) Identificación de fragmentos repetidos y samples con valor 0

Los cuales aparecen cuando se hace una grabación con el teléfono u otro dispositivo y esta se para, se edita y se guarda de nuevo en el dispositivo. Así como identificar trazas de otros códecs.

vii) Continuidad y coherencia en la expresividad

Este análisis se centra en la cadencia y el ritmo natural de las frases, con el objetivo de identificar posibles variaciones en la continuidad del audio que puedan evidenciar una eventual edición o alteración de los archivos sonoros.

viii) Estudio del ruido de fondo

Es posible aumentar y analizar la saturación del ruido de fondo característico tanto del dispositivo de grabación como del entorno en el que se capturó el audio. Si dichos valores permanecen constantes y no presentan variaciones significativas, ello constituye un indicio adicional que respalda la hipótesis de que el contenido no ha sido manipulado

e) Métodos forenses de identificación de locutores

Delgado (2001) señala que un método de identificación forense de locutores vendrá conformado por distintos sistemas de análisis, que a continuación se detalla:

i) Auditivo espectrográfico

Como se ha expresado en la parte de la historia, los primeros pasos de la identificación de locutores por expertos estuvieron estrechamente ligados a la comparación visual de espectrogramas o



sonogramas de banda ancha a los que, inadecuadamente, se denominó "voiceprint" o huellas de voz.

En síntesis, la comparación espectrográfica se basa en el cotejo de formas o "patterns" sonográficos, en orden a determinar el mayor o menor número de similitudes o diferencias existentes entre las muestras comparadas. Flores (2015) también manifiesta que su estudio se enfoca en la comparación de ondas acústicas visualizadas, en sí, compara las ondas en muestras de indubitado y dubitado.

ii) Auditivo fonético lingüístico

El proceso general de un análisis de estas características comprende dos etapas. En la primera de ellas, se procede a una escucha de los registros objeto de estudio con el propósito de detectar las distintas realizaciones fono-articulatorias y lingüísticas emitidas por el locutor. En la segunda, se evalúan y asocian dichas realizaciones a nivel dialectal, sociolectal e idiolectal, con la finalidad de otorgar a las mismas un mayor o menor grado de relevancia, desde un punto de vista identificativo.

Para Flores (2015), es también realizado por fonetistas, enfoca su análisis en los sonidos del habla, estos sonidos del habla son particulares de cada uno de acuerdo a su desarrollo vocal. Por ejemplo, la pronunciación de la palabra "ahí" con ay, contribuyendo con una forma de identificación de u sujeto en particular.

iii) Métodos semi automáticos

Son los métodos de identificación de locutores en los que se produce una fuerte interacción entre el analista y la máquina, o lo que es lo mismo, entre el analista y la aplicación de análisis o cálculo por ordenador que se utiliza en el proceso, comprende una primera fase en la que el experto selecciona las referencias que estima más idóneas para cada proceso de identificación. Es decir, aquellos parámetros que por su propia naturaleza y en conexión a un contexto acústico determinado, le pueden aportar las informaciones más relevantes sobre el carácter individual de una emisión hablada concreta.

La selección de tales parámetros, forma parte de una sistemática más o menos variable, en razón al número de ocurrencias de los mismos en las emisiones objeto de análisis. Una vez introducidos los datos para su muestreo y procesado en la aplicación de cálculo y análisis, el ordenador proporciona ciertos valores representativos de cada una de las referencias estudiadas. Este proceso, se efectúa de la misma forma sobre parámetros dubitados e indubitados.

iv) Método automático

Un sistema automático es aquel en el que la interacción del analista en el proceso es la imprescindible, quedando asumidas por la aplicación informática de análisis, las funciones de muestreo de parámetros, comparación y toma de decisión.

v) Método combinado

Se consideran métodos combinados de identificación forense de locutores, aquellos que entre sus aproximaciones de estudio incluyen, al menos, el enfoque perceptivo-auditivo, el análisis acústico (sonográfico, oscilográfico, espectrográfico) y el análisis fonético-lingüístico.



4) Importancia

La importancia de la acústica forense para Flores (2015), radica en su capacidad de identificar a un determinado sujeto mediante métodos científicos propios de esta disciplina, ayudando en la identificación de personas que hayan cometido algún delito en el que intervenga la voz. A su vez de manera complementaria la empresa System Asefin (2024), precisa que la certificación de audios y la acústica forense es esencial para garantizar la autenticidad y validez de las pruebas sonoras en procedimientos judiciales.

Por su parte, Rios (2024), señala el peritaje de audio constituye una herramienta de gran relevancia dentro de los procesos de investigación criminal. Las grabaciones sonoras representan una fuente potencial de información probatoria, ya que pueden contener conversaciones, ruidos de contexto o señales acústicas específicas que, al ser examinadas, contribuyen a valorar la veracidad de declaraciones, reconocer a los posibles participantes en un hecho delictivo o establecer con mayor precisión la secuencia de acontecimientos registrados en el momento de la captura.

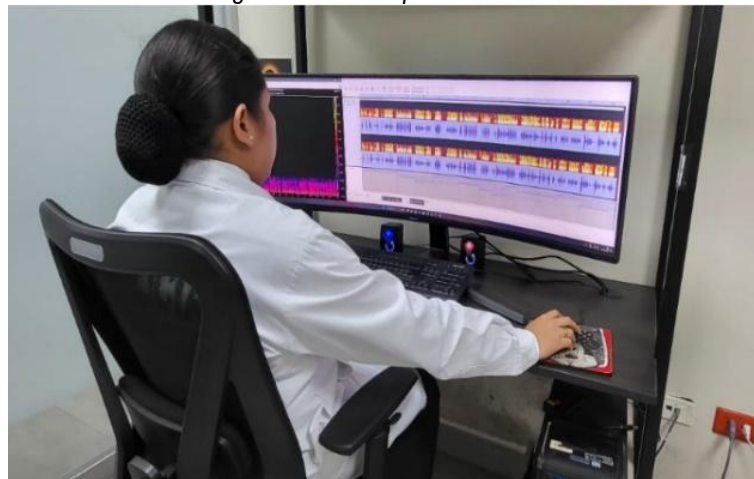
5) Actividad pericial

Tiene como objetivo examinar grabaciones de audio para autenticar, mejorar o identificar voces y sonidos, considerando las siguientes actividades periciales:

- Procesamiento para reducción y eliminación de ruido, con fines de escucha legible del contenido de diálogos cuestionados).
- Autenticación de grabaciones de audio (detección de cortes, edición o manipulación).
- Certificación de las grabaciones.
- Análisis del soporte de grabación.
- Identificación de locutores (comparación de voces).
- Verificación de la sincronización de audio con video.
- Análisis de metadatos del archivo de audio (formato, fecha, origen, ubicación, dispositivo de grabación).
- Identificación de sonidos o palabras clave.
- Entre otros del ámbito de aplicación de la materia.

Figura 68

Tratamiento de un registro sonoro importado a un software de análisis



3.2.3. Antropología forense⁵

1) Historia

La antropología forense surge en el siglo XVIII, estando vinculada al colonialismo europeo, dando paso a un pensamiento de jerarquías raciales, al considerar diferentes puntos de vista, entre los cuales se encuentran los postulados de Long (1774) quien indica que los africanos eran una especie intermedia ubicada entre los humanos y los simios, para lo cual utilizó el estudio de rasgos físicos para legitimar la esclavitud de los mismos, por lo que sus postulados influyeron en las políticas coloniales británicas.

Por su parte Knox (1850) manifestaba que los africanos y nativos americanos eran seres inferiores denominados homúnculos, argumentando que carecían de la capacidad suficiente para desarrollar una civilización, por lo que era posible exterminar y esclavizar a los pueblos originarios. Nott y Gliddon (1854) realizaron análisis craneales para promover la idea de superioridad biológica blanca, dando paso al poligenismo o la idea de que la humanidad presenta diferentes orígenes.

Es debido a estos postulados que la Sociedad Etnológica de París (1839), dirigidos por Paul Broca, realizaron múltiples estudios que buscaron falsear datos para indicar que los cerebros africanos eran equivalente a los de los niños europeos, por lo que la esclavitud era un beneficio para los africanos. Es a partir del siglo XX, que surge la crítica al racismo imponiéndose un nuevo paradigma, el del relativismo cultural, con representantes como Boas (1911) quien demuestra que las diferencias humanas son explicables por factores culturales y no factores biológicos introduciendo, para ello, el trabajo de campo etnográfico, así como el relativismo cultural. En ese mismo sentido, el análisis de Lévi-Strauss (1958) realiza cuestionamientos acerca de las clasificaciones humanas basadas en grupos jerárquicos, debido que las estructuras cognitivas son universales, independientes de la etnia a la que se pertenezca.

Asimismo, Cowles (1813) fue el pionero en defender el monogenismo, el cual desmontaba las propuestas anteriores de orígenes diferentes, mientras que Gould (1981) desmonta las mediciones craneales realizadas por Broca con nuevas mediciones hallando inconsistencias en el estudio realizado.

Ya en América Latina, Bonfil (1987) refiere la civilización negada de los pueblos indígenas y propone un modelo cultural autónomo confrontando al mestizaje impuesto. Por otro lado, Fanon (1961) indica que existe un trauma psicológico dado por el colonialismo, propuesta que influye en movimientos anticolonialistas en Latinoamérica.

Finalmente, ya en Perú, Arguedas (1941) utiliza la etnografía para documentar la resistencia cultural andina en contra de la aculturación criolla buscando la reivindicación autóctona, mientras que Degregori (1990) ya desde una perspectiva moderna, realiza un análisis de diferentes motivos por los cuales se generaron grupos de violencia.

2) Definición

La antropología es una ciencia que analiza al ser humano de forma holística considerando su diversidad biológica, cultural, social e histórica, para lo cual utiliza enfoques interdisciplinarios, así como metodologías cualitativas y cuantitativas además de una técnica nueva denominada “observación participante”, la cual presenta un enfoque comparativo.

⁵ Redactado por: May. S. PNP Julio Daniel Lázaro Gonzales

Siendo que, el ser humano es un todo integrado que toma en cuenta aspectos biológicos, culturales, lingüísticos y sociales, la antropología influye en la modificación biológica y las prácticas culturales de diversos grupos humanos. Así, existen diversos planteamientos, de entre los cuales es necesario considerar que las culturas, así como los grupos humanos, deben ser entendidos desde sus propios términos, sin juicios etnocéntricos (relativismo cultural).

Posteriormente, el desarrollo de la antropología hace que ésta y el conocimiento acumulado pueda aplicarse a situaciones diversas, entre las cuales se analizan problemas prácticos como el desarrollo comunitario, salud pública o derechos humanos considerando planteamientos como los propuestos por Geertz (1973), quien busca la interpretación de eventos desde el punto de vista antropológico, dando pase a la posibilidad de aplicar los conocimientos de la antropología, no solo en las vertientes indicadas sino al estudio del campo físico.

Habiendo superado el punto de vista racial que buscaba justificar el colonialismo, así como la institucionalización del racismo, es a partir del siglo XIX que los considerandos propuestos por la antropología científica incluyen los primeros estudios de antropometría y antropología criminal, los cuales se utilizan en laboratorios que buscan identificar criminales.

Tomando en consideración las propuestas de Broca se establecen las mediciones craneales, formando así la subdisciplina forense, dependiente de la medicina legal, limitando su campo, pero integrando técnicas como la craneotomía y la osteología en sistemas judiciales.

En Guatemala, se desarrollan estudios de antropología y arqueología forense para analizar los actos de violencia cometidos durante la época de violencia de los años 1960 a 1996, así, autores como Carpio-Rezzio refieren el uso de metodologías antropológicas en la identificación de víctimas.

Por ello, debido al enfoque e interés en la protección de los derechos humanos, la región latinoamericana prioriza la identificación de víctimas de dictaduras y violencia política, consolidando equipos como el Equipo Argentino de Antropología Forense (EAAF), cuyos métodos se documentan en diversas obras como la de Quinto y Gómez (2022).

3) Importancia

A inicios de la década de 1990, Aidee Chávez Rodríguez del Instituto de Medicina Legal (Ministerio Público) se consolida como pionera en el análisis antropológico al incluir la relevancia de los estudios comparativos de piezas óseas en el análisis de exhumaciones en contextos de violencia. Tomando en cuenta el inicio de las actividades de la Comisión de la Verdad y Reconciliación, la cual documentó más de 6000 fosas clandestinas de la época de terrorismo (1980-2000), se genera un impulso y consolidación de la antropología forense en el país.

De modo tal que, la importancia inicial de la antropología forense, está basada en el análisis de restos humanos para determinar la mayor cantidad de características biológicas en ellos, lo que permitirá la reducción del universo de estudio y la posterior identificación por medio de la sumatoria de características halladas.

Considerando esto, la realización de estudios que permitan la identificación de personas por medio de la comparación de imágenes captadas por diversos medios digitales, así como la posibilidad de analizar textos, publicaciones y simbolismos para realizar análisis hermenéuticos, buscan entender la intención de las personas que publicaron o profirieron diversos escritos, manifestaciones o expresiones de diversa índole.





4) Actividad pericial

a) Análisis de restos óseos

Considerando que la antropología busca entender diferentes aspectos del desarrollo del ser humano, es importante señalar que, desde el punto de vista etimológico, la palabra antropología deriva del griego *ánthropos*, que significa "humano", y *logía*, que se refiere al "estudio de".

De este modo, la antropología busca conocer y entender el comportamiento, el lenguaje, la cultura y la biología en contextos presentes y pasados, con el fin de comprender la forma en que los seres humanos se desarrollan en sociedad, así como la manera en que se expresan y entienden el mundo.

Es por ello que la división clásica de la antropología, propuesta por Franz Boas (1911), incluye cuatro subdisciplinas: la arqueología, la lingüística, la antropología sociocultural y la antropología física o biológica. Cabe destacar que estas subdisciplinas no son excluyentes entre sí, ya que todas, de manera complementaria, buscan interpretar diferentes aspectos de la condición y actividad humana.

En ese sentido, la arqueología busca reconstruir la historia de poblaciones de tiempos pasados a través del análisis de los artefactos y estructuras halladas.

Por otro lado, la antropología sociocultural se enfoca en entender las costumbres y culturas de los diversos grupos humanos, tanto pasados como presentes, así como la evolución de estas costumbres.

La antropología lingüística investiga los orígenes y diversos usos del lenguaje, las grafías representativas y la evolución del lenguaje a lo largo del tiempo.

Finalmente, la antropología física o biológica busca determinar cuáles son las causas de las variaciones y adaptaciones biológicas de los seres humanos, así como el contexto evolutivo presente en los primeros tiempos del desarrollo humano.

Esta última área presenta una subdivisión conocida como antropología forense, la cual busca determinar las variaciones esqueléticas humanas para identificar restos humanos desconocidos y, de ese modo, contribuir al desarrollo de procesos judiciales. Para lograr este objetivo, se utilizan diversos principios analíticos de crecimiento, degeneración, variación y desarrollo esquelético para determinar características biológicas específicas de un individuo.

El análisis de restos óseos permite evaluar diversas regiones corporales incluyendo osamentas y piezas dentales, todo ello en busca de determinar la mayor cantidad de características biológicas, además, se busca determinar la causa, data y los eventos previos a la muerte del individuo al que le pertenecieron los restos humanos incluyendo las patologías, hábitos culturales y los modos de vida que presentó la persona en vida.

En la misma línea, también se estudian los restos desde el punto de vista biomecánico para identificar traumatismos o consolidaciones esqueléticas. Finalmente, se aplican principios de tafonomía forense y meteorización ósea para estimar la data de muerte.

Las ciencias forenses antropológicas trabajan en colaboración con otras disciplinas, incluyendo la medicina, la osteología, la patología y la odontología, con las cuales se interrelacionan y comparten diversas áreas de estudio.

De este modo, como indican Pickering y Bachman (2009), la antropología forense determina las



principales características biológicas de restos humanos hallados, incluyendo edad, sexo, estatura, raza, etnia, entre otras, y además reconstruye los eventos previos al crimen.

i) Valor criminalístico

El valor criminalístico que aporta la antropología forense radica en la información que ésta proporciona en las diversas investigaciones de hechos criminales, especialmente en aquellas que involucran restos humanos. También resulta fundamental en contextos de catástrofes, accidentes terrestres o aéreos, derrumbes, muertes masivas y exhumaciones, situaciones en las cuales pueden ser hallados cadáveres no identificados y fragmentos óseos, lo que hace que la labor desarrollada sea esencial para la identificación.

De este modo, la labor del antropólogo forense consiste en analizar restos humanos sospechosos, evaluando su valor probatorio desde un enfoque físico y médico-legal. En ese mismo sentido, la antropología forense determina la causa y data de muerte, así como en la confirmación o descarte del tipo de lesión generada en la estructura ósea, así como las enfermedades o patologías que ésta pudiera tener.

Figura 69
Exhumación de restos humanos



Nota. Exhumación de restos para análisis forense antropológico.

ii) Metodología de estudio

Es necesario considerar que toda investigación empieza con el hallazgo de restos en la escena del crimen, por lo cual es necesario utilizar múltiples herramientas que incluyan notas escritas, fotografías y videos para preservar los datos recopilados de la escena, registrando las condiciones en las que se descubren los restos humanos, de modo tal que estos registros permanentes puedan ser utilizados por otros investigadores que traten de entender lo ocurrido en el lugar.

(1) Información del sitio

En toda escena, una adecuada documentación es determinante en las investigaciones forenses de los casos antropológicos, ya que no solo se desarrollarán en el momento, sino que les permitirán a otros investigadores, de diferentes campos científicos, recrear los acontecimientos con la mayor precisión posible, protegiendo la integridad de la investigación





sustentando las respuestas del analista forense ante los tribunales y responder ante las preguntas con seguridad basada en hechos.

(2) Mapeo

Considerando que existen múltiples tipos de terrenos de investigación y diversos tipos de crímenes, es necesario seguir con determinados pasos, incluyendo la evaluación preliminar del terreno, delimitar el área de hallazgo de restos humanos para lo cual, es necesario realizar una búsqueda sistemática y controlada por medio de un equipo de personas que realicen un registro de visual de la escena del crimen, numerando los lugares, marcándolos con una bandera y fotografiando el área para un posterior mapeo y documentación de la zona.

Después de la documentación del lugar, será necesario considerar dos tipos principales:

(a) Sitios superficiales

Son aquellos en los que la mayoría de los restos humanos se encuentran sobre la superficie del suelo, lo que facilita su hallazgo. Sin embargo, presentan una mayor posibilidad de alteración contextual, ya que los restos son más fáciles de mover y pueden verse afectados por otros procesos, como la acción de la fauna cadavérica o factores naturales. Por ello, la preservación e integridad de los restos en superficie se reduce con mayor rapidez.

(b) Sitios subterráneos

Los restos se encuentran, en su mayoría, enterrados bajo la superficie en tumbas o cubiertos por deslizamientos de tierra. Estos escenarios pueden ser superficiales o profundos, por lo que se requiere mayor tiempo y trabajo para la recuperación de los restos humanos. Sin embargo, los restos óseos suelen estar en un mejor estado de conservación, al igual que la integridad del lugar de entierro, preservando el escenario primigenio.

En estas circunstancias, el antropólogo debe confirmar la información recopilada por las diferentes fuentes que refieren dicho entierro. Para ello, es necesario utilizar técnicas para investigar el área subterránea, que van desde técnicas mínimamente invasivas, como el uso de radares de penetración terrestre o georradars, hasta aquellas altamente invasivas y muy efectivas, como la excavación directa.

De este modo, las técnicas y metodologías empleadas están correlacionadas con la naturaleza única de cada lugar de hallazgo, debiendo adaptar la metodología a los diversos escenarios.

Además, es necesario incluir un mapeo físico específico, que contemple, el uso del sistema cartesiano con líneas referidas al norte y sur magnéticos, la triangulación o azimut, y la búsqueda de un mapa altamente detallado de la escena de hallazgo.

(c) Excavación y recuperación

Posteriormente, se realiza la excavación y recuperación de restos humanos, tarea que es de exclusiva responsabilidad del antropólogo forense, para lo cual, debe aplicar procesos específicos para el ingreso a la escena de manera adecuada, maximizando la recolección de información y, a la vez, minimizando el daño potencial a las muestras.





En el momento de la recuperación de restos humanos, es importante determinar la posición del esqueleto, ya que brinda información contextual de los hechos, pudiendo diferenciar entre una tumba o un ensamblaje de restos, si se trata de un individuo o de múltiples personas, además de la obvia posición de los restos, observando sendas diferencias entre restos articulados en una posición decúbito supino, una flexionada o decúbito ventral, por lo cual, el análisis contextual de estos factores será fundamental para entender el contexto de la escena de hallazgo.

Asimismo, es necesaria la documentación, a detalle, de las condiciones en las que se encuentran los restos humanos hallados, lo cual incluye la preservación, el color, el olor y el grado de fragmentación. Esta información resulta indispensable debido a la posibilidad de modificaciones durante el traslado de los mismos al laboratorio forense.

Dado que puede existir la posibilidad de hallar múltiples restos, se hace necesario entender el principio de estratificación o la denominada “ley de la superposición”, planteada por Adam y Valdez (1997), en la que se explica que los entierros más antiguos se hallan por debajo de los más recientes, los cuales se encuentran más cerca de la superficie. También se considera el principio de la “ley de asociación”, el cual sostiene que la distancia entre objetos que se encuentran en un mismo estrato puede referir algún tipo de relación cronológico-espacial entre ellos.

Es preciso añadir, que la excavación debe ser realizada por personal especializado y experimentado, considerando tres etapas:

(i) Definición del entierro

En esta etapa el antropólogo determina el número de elementos esqueléticos hallados, así como su posición en la escena, así que es necesario remover los sedimentos adheridos a la muestra, aun cuando la remoción de éstos incluyen la exposición y posible daño a las muestras, por lo cual es necesario minimizar la exposición de la superficie ósea.

(ii) Exposición de los restos

Esta etapa puede ser la más larga, ya que es en esta que se retira la mayor parte del sedimento adherido, y al considerar la posibilidad de daño a los huesos, el proceso debe realizarse por los peritos más experimentados, ya que el apresuramiento puede dañar la superficie ósea.

(iii) Levantamiento de los restos

Esta etapa solo se realiza después de la exposición completa; habiendo realizado todas las medidas necesarias, generando los diagramas y tomado las fotografías se procede al levantamiento manual de cada una de las piezas, así, éstas deben de ser colocadas en bolsas de papel individuales para su posterior e inmediato traslado al laboratorio.

Además, cada una de las bolsas de papel debe presentar una identificación alfanumérica (referida al caso en curso, el lugar y la fecha), una descripción y las iniciales de la persona que recogió dichas muestras, considerando que cada una de ellas debe contar, también, con los formatos de lacrado y la correspondiente cadena de custodia, con el fin de mantener un control riguroso sobre las personas que han tenido



acceso a la evidencia. De este modo, si la cadena de custodia se rompe, existirá la posibilidad de contaminación o manipulación de las muestras recolectadas.

(iv) Análisis de restos óseos en el laboratorio

Cuando los restos óseos son remitidos al laboratorio, los análisis practicados permiten desarrollar el estudio de las muestras obtenidas o enviadas. En este segundo caso, se requiere información relacionada con las características del lugar del hallazgo, así como las apreciaciones señaladas anteriormente. Además, es necesario incluir información referida a las personas de quienes se sospeche pudieran tratarse.

En el laboratorio debe consignarse:

- Descripción e inventario general de la muestra.
- Tipo de embalaje.
- Separación de las muestras óseas en segmentos anatómicos.
- Análisis morfológico y métrico de las muestras, de manera pormenorizada, considerando el estado en el que se encuentren.
- Determinación de características individualizantes incluyendo, malformaciones, patologías, características de lesiones, cambios tafonómicos, entre otros.
- Descripción y análisis de elementos relacionados remitidos incluyendo cabellos, tejido blando, así como elementos diversos incluyendo tierra, fibras, carbón y fauna cadavérica.

Figura 70
Restos óseos



Nota. Múltiples restos óseos remitidos para análisis forense.

(3) Consideraciones de análisis de características biológicas

Tomando en cuenta la propuesta de Thompson y Black (2007), que indica que la osteología forense es una subdisciplina dentro de la antropología forense, dedicada al estudio del esqueleto humano con fines médico-legales, el análisis de restos óseos utiliza diversas



metodologías, tanto morfológicas, métricas, como de análisis de disposición celular, entre otras, para determinar la mayor cantidad de características que permitan, en un primer momento, reducir el universo de estudio y, posteriormente, identificar a la persona a la que pertenecieron los restos óseos.

Es por ello que se requiere realizar múltiples exámenes que permitirán determinar diversas características, entre las cuales se consideran:

(a) Determinación de la especie

Cuando una autoridad investigadora descubre restos óseos, es necesario determinar la especie de los mismos, ya que, ocasionalmente, pueden tratarse de restos de animales o réplicas de polímero. Si bien es cierto que es relativamente fácil distinguir huesos humanos cuando estos se encuentran completos, las secciones pequeñas, incompletas o fragmentadas pueden generar errores en la determinación de la especie, lo que conlleva al inicio de una investigación policial equivocada.

(i) Comparación anatómica

Comprende el estudio comparativo y anatómico de los restos óseos completos o fragmentados, así como de las piezas dentales halladas, todo ello con el objetivo de determinar características compatibles con la especie humana. Entre los diversos métodos que se utilizan para la determinación de la especie en el análisis de restos óseos se incluyen:

1. Método morfológico macroscópico

Consiste en la observación directa, considerando las características osteológicas distintivas de la especie humana, como lo indica Bass (1987), quien se basa en la morfología de los huesos para la clasificación.

2. Método osteométrico

Buikstra y Ubelaker (1994) consideran en este método las mediciones específicas, así como relaciones proporcionales en diferentes segmentos óseos, incluyendo índices, puntos de referencia, rangos de medidas y fórmulas discriminantes para determinar la especie de múltiples restos óseos.

3. Método histológico

Como lo indican Crowder y Stout (2012), este método analiza la microestructura ósea en busca de características específicas a nivel microscópico, incluyendo el tamaño de los osteones, patrones de organización del sistema de Havers, diferencias en la estructura lamelar, entre otros.

4. Método bioquímico

Es uno de los métodos considerados por Li (2015), al utilizar pruebas químicas e inmunológicas para identificar componentes específicos de la especie humana.



5. Método radiológico

El método Brogdon (1998), este método considera el análisis de la estructura interna, la densidad y la arquitectura trabecular a través del estudio de imágenes.

(b) Determinación de la ancestralidad

La clasificación de ancestralidad, como refieren Yscan y Stein (2013), puede realizarse en base al análisis de restos óseos, de modo tal que se pueda describir la variación morfológica relacionada a un área geográfica específica.

Existen ciertas características de disposición y morfología que permiten estimar la ancestralidad, ya que, es posible analizar el cráneo considerando la longitud, amplitud, altura, contorno sagital, ancho y alto de la cara, apertura y margen inferior nasal, entre otras características, lo que permite diferenciar los grupos humanos caucasoides, negroides y mongoloides.

De este modo, se reconocen diversos patrones de variación en las medidas y clasificaciones morfológicas óseas para determinar la ancestralidad, teniendo en cuenta las limitaciones subyacentes inherentes a la diversidad biológica humana.

(c) Determinación del sexo

Después de la descomposición completa del tejido blando, es necesario determinar el sexo que presentaba el individuo a partir del análisis de los restos óseos. Para ello, se analizan diversas regiones esqueléticas que permiten identificar patrones de dimorfismo sexual, teniendo en cuenta que es indispensable aplicar funciones discriminantes y un enfoque probabilístico en el análisis. Esto se debe a que existe, aunque en menor grado, la posibilidad de encontrar características masculinas en individuos femeninos o viceversa, por lo que las mediciones presentan ciertas limitaciones.

Estas peculiaridades pueden superponerse entre distintos individuos. La dificultad aumenta cuando las muestras incluyen a personas preadolescentes, ya que en estos aún no se han desarrollado plenamente las características sexuales secundarias. Por esta razón, la descripción morfológica únicamente no es suficiente para establecer el sexo, ni lo es el análisis de un solo segmento óseo. Solo la combinación de múltiples mediciones, cuidadosamente obtenidas, permiten reducir la subjetividad del estudio y garantizar la posibilidad de reproducir las observaciones en futuras investigaciones.

Dado que el análisis del dimorfismo sexual es de gran relevancia, tanto las categorizaciones morfológicas como métricas cobran especial importancia. Las pruebas pueden aplicarse en distintos segmentos óseos, aunque, dependiendo del número y estado de las muestras remitidas, se priorizan aquellos segmentos que ofrecen un mayor porcentaje de certeza, como lo señala Klepinger (2006).

(i) Características de las piezas dentarias y mandibulares

Como lo indica Campohermoso (2020) las diferencias sexuales entre individuos son variables; sin embargo, de modo general, los dientes de las mujeres son más pequeños que los pertenecientes a los varones.



Este aspecto se evidencia en el análisis morfológico y métrico de los dientes:

- Los incisivos centrales superiores presentan un volumen mayor en los varones.
- La relación mesiodistal entre el incisivo central y el lateral es menor en las mujeres, presentando dientes más uniformes y alineados a diferencia de los varones.
- La segunda erupción es más precoz en las mujeres.
- El paladar masculino es poco profundo y ancho, a diferencia del paladar femenino que es estrecho y profundo.
- El arco dentario femenino es fino mientras que el masculino es grueso.
- Los alveolos dentarios presentan mayor verticalidad en los varones.
- La mandíbula masculina es más grande y robusta, la altura que presenta el cuerpo mandibular es mayor, los cóndilos son más grandes y la disposición de la apófisis coronoide es más ancha.
- La mandíbula femenina, estructuralmente, es más pequeña y menos robusta los cóndilos y las apófisis coronoides son gráciles y la altura del cuerpo mandibular es menor.

Con este análisis, el canino es considerado una pieza dental de gran importancia en los procesos de identificación, ya que puede ser utilizado, junto con otras piezas dentales y métodos para la determinación del sexo del individuo en estudio, mediante el cálculo del índice mandibular.

Figura 71
Hueso mandibular



Nota. Hueso mandibular con piezas dentales para análisis forense.

(d) Determinación de la estatura

La estatura constituye un elemento relevante en el análisis forense, ya que permite reducir el universo de posibles individuos, considerando tanto la integridad y conservación de los restos hallados como la variedad de métodos empleados para su estimación.



Entre los distintos procedimientos utilizados, Black y Ferguson (2011) destacan los métodos anatómicos, como el método de Fully y el método de Fully y Pineau, los cuales requieren la presencia de todos los elementos esqueléticos necesarios para reconstruir la altura total del individuo. Asimismo, existen métodos matemáticos que permiten extrapolar la estatura a partir de uno o varios huesos, mediante fórmulas de regresión que incorporan medidas de huesos largos y cuerpos vertebrales.

Además, como señalan White y Folkens (2005), es posible emplear diversas ecuaciones de regresión para estimar la estatura a partir de la longitud de un solo hueso, adaptadas a diferentes grupos poblacionales.

(e) Determinación de la edad

El cálculo de la edad biológica se basa en las medidas de crecimiento y desarrollo del esqueleto. Estas medidas vienen acompañadas de modificaciones métricas y morfológicas propias de la madurez y el envejecimiento. En el caso del cálculo de la edad en adultos, se basa en el análisis de los signos de deterioro, de modo tal que el análisis de la edad biológica se fundamenta en la variabilidad progresiva que se observa desde la vida fetal hasta la vejez, (Klepinger ,2006).

En el caso de los métodos macroscópicos, se considera el análisis morfológico y de desgaste de diferentes segmentos óseos. Entre ellos se incluye el análisis de la cara de la sínfisis púbica, que estudia los cambios morfológicos y la metamorfosis que presenta, considerando diez fases, tomando como inicio los 18 a 19 años y como término la categoría perteneciente a mayores de 50 años.

Aun cuando los rangos de edad para las sínfisis más maduras son muy amplios, por lo general esta incertidumbre puede reducirse examinando otros marcadores adicionales. Además, es necesario tener en cuenta que las sínfisis púbicas son una de las partes esqueléticas más frágiles, suelen sobresalir y presentar daños estructurales. Por otro lado, el análisis de la extremidad esternal de las costillas, se realiza en conjunto con el extremo medial y los cartílagos costales. Estos elementos sufren cambios en la edad adulta, catalogados en ocho fases para varones y mujeres, que abarcan desde los 14 hasta los 80 años.

Además, el análisis de la superficie auricular del ilion, el cual es considerado como material óseo más resistente, apto para soportar condiciones adversas y que permite la revisión de las modificaciones propias de la edad, permite la clasificación en ocho fases que describen edades desde los 20 a 24 años hasta más de 60 años. Este tipo de análisis se toma en cuenta debido a que los factores como la raza y el sexo no impactan significativamente en el cambio degenerativo observado. Análisis de suturas craneales, que presentan una maduración más regulada de las plazas de crecimiento, lo que permite analizar la progresión del cierre de las suturas endocraneales y ectocraneales. Sin embargo, es necesario considerar que el método es complementario, ya que, debido a la variabilidad biológica, solo se pueden inferir categorías de edad amplias.

Así mismo, el análisis dental, basado en el estudio de piezas dentales individuales para estudios de edad adulta, que incluye diferentes factores a considerar, que incluyen la atrición o desgaste de la superficie oclusal, la periodontosis manifestada en recesión



gingival, el desarrollo de dentina secundaria dentro de la cavidad pulpar, la acumulación de nuevo cemento mineralizado en la raíz, la reabsorción apical en el que la raíz del diente se descompone y la transparencia del extremo de la raíz dental proporcionan datos relevantes para la estimación de la edad. Por otro lado, existen métodos más simples y no destructivos para el cálculo de la edad adulta, como aquellos que únicamente requieren medidas en la superficie de la raíz labial, periodontosis y transparencia radicular.

(f) Causas de la muerte

Los traumatismos representan un momento o acción congelados en el tiempo, ya que los factores que originan dicha lesión son fuerzas físicas transitorias. Por lo tanto, es tarea del antropólogo forense reconocer e identificar esa evidencia para poder describir e interpretar esas fuerzas mediante el uso adecuado de la terminología especializada. Los huesos, al igual que el resto del tejido orgánico, responden ante los impactos traumáticos, existiendo múltiples tipos de traumatismos que pueden dejar huellas en ellos. Se pueden observar traumatismos por objetos punzantes, traumatismos por objetos contundentes y traumatismos por impactos de proyectiles (Komar y Buikstra, 2008).

En este contexto, la antropología forense busca determinar las causas de la muerte centrándose en identificar y analizar las lesiones o alteraciones óseas que puedan relacionarse con el fallecimiento y que, a diferencia de la patología forense (que estudia tejidos blandos y órganos), se enfoca en el esqueleto para detectar traumas, enfermedades o patrones que sugieran cómo ocurrió la muerte, considerando principios científicos y metodologías validadas.

Además, al considerar que la causa de muerte se define como la lesión o enfermedad que inicia la secuencia de eventos que lleva al deceso, en el análisis antropológico óseo se buscan evidencias como:

- (i) Traumas antemortem, perimortem o postmortem: Fracturas, heridas por arma blanca o de fuego, traumatismos contusos.
- (ii) Enfermedades sistémicas: Osteoporosis avanzada, infecciones (como la osteomielitis), cáncer metastásico, entre otras.
- (iii) Signos de estrés fisiológico: Líneas de Harris (en huesos largos) por desnutrición o enfermedades crónicas.

Figura 72

Hueso húmero



Nota. Fractura consolidada en diáfisis de hueso húmero izquierdo.





Sin embargo, es necesario manifestar que, no todo trauma es causa de muerte, ya que, algunas fracturas pueden ser antiguas o pueden estar relacionadas con accidentes no fatales. Además, la falta de lesiones óseas no necesariamente indica que no existieran causas de muerte como asfixias o envenenamientos, por lo que, el trabajo realizado debe ser interdisciplinario.

(g) Tiempo de muerte

Entender el proceso de descomposición cadavérica es de suma importancia, ya que la posibilidad de obtener una fecha aproximada de la muerte depende de las categorizaciones que se brinden sobre este proceso. El término tafonomía forense, que originalmente consideraba la transición de los restos animales de la biósfera a la litósfera, incluye múltiples ciencias, entre las cuales se encuentran la paleontología, la paleoecología, la arqueología y la antropología forense. Esta última utiliza técnicas de la paleontología y el proceso tafonómico, así como la formación física del terreno, el enfoque arqueológico y también la formación de procesos culturales propios de la antropología. De este modo, el análisis de los restos humanos ya no se basa estrictamente en los restos biológicos, sino que estudia de manera conjunta todo aquel aspecto referido al entierro, al proceso postmortem, así como a cuestiones antemortem y perimortem.

Es necesario considerar que el proceso de descomposición cadavérica es continuo y presenta una división en categorías que se superponen, lo que dificulta señalar con precisión el tiempo transcurrido desde la muerte, siendo impreciso, más aún, considerando que este tiempo tiene un impacto significativo en las investigaciones forenses.

Además, los cambios corporales que ocurren inmediatamente después de la muerte son de más fácil determinación que aquellos que ocurren posteriormente en el proceso, ya que la descomposición retardada se modifica por algunos elementos, que incluyen barreras físicas y químicas, así como factores climáticos. De esta manera, los procesos pueden clasificarse en dos grupos (Black y Ferguson, 2011):

- Factores intrínsecos: que dependen del entorno postmortem del cadáver.
- Factores extrínsecos: que dependen de factores como la temperatura, la humedad, actividad de los insectos y carroñeros.

Por lo tanto, además de los factores internos y externos, es necesario considerar las diversas etapas de la descomposición física, que incluyen las descomposiciones primaria, secundaria, activa, avanzada y la esqueletización. Cada una de estas etapas presenta diversas descripciones del estado del cadáver, así como fases de desarrollo. Por ello, únicamente con entrenamiento constante y conocimientos especializados será posible realizar un análisis adecuado y estimar el tiempo transcurrido desde la muerte del individuo.

b) Identificación antropológica a través del análisis y estudio de imágenes en seres vivos

La identificación antropológica utiliza diversas técnicas para la clasificación y medición de características biológicas visibles en imágenes, y para compararlas con las imágenes de personas potencialmente sospechosas. Para ello, se combinan diversos principios que incluyen conocimientos anatómicos, antropológicos físicos, análisis de imágenes y tecnología avanzada, con el fin de brindar información sustentable, científica y académica que permita individualizar e identificar a diversas personas. Se analizan diversas regiones anatómicas, incluyendo el rostro, el somatotipo y





peculiaridades anatómicas que abarcan deformaciones, patrones de lunares, patologías y características cinemáticas.

Es claro que el proceso de individualización debe darse mediante la suma de características observables, clasificables y mensurables, con el fin de encontrar múltiples rasgos que, en un primer momento, reduzcan el universo de estudio y, en un segundo momento, permitan identificar a una persona específica, siempre contando con información previa sobre la persona que se pretende identificar.

Además, la mayor o menor obtención de características morfológicas y métricas dependerá directamente de los videos o fotografías remitidos para el análisis forense. Por ello, el desarrollo del análisis de identificación está estrictamente ligado a la información recibida, de modo que la resolución, el enfoque, la distancia y el ángulo de filmación influyen de manera determinante en la especificidad del estudio. Mientras menor sea la calidad del material, menores serán las posibilidades de obtener información precisa y, por ende, menor la probabilidad de identificación.

i) Importancia

La identificación antropológica en personas vivas se basa en el análisis de imágenes, es una herramienta crucial en el proceso judicial, debido al valor probatorio que presenta en las investigaciones que cuenten con evidencia digital, utilizando técnicas avanzadas de reconocimiento, las cuales homologan la morfología y métrica de personas sospechosas con la información de personas conocidas o que se encuentren en bases de datos.

La identificación antropológica forense presenta gran relevancia en el desarrollo de los procesos judiciales, ya que proporciona información relevante para la identificación de personas, reconstrucción de eventos y la presentación de estudios científicos con bases académicas sólidas ante los tribunales.

ii) Recopilación de material de análisis pericial

Para el peritaje antropológico de identificación es necesaria la recopilación de imágenes y videos originales de los hechos delictivos.

En este sentido, es necesario considerar que, será el material de los hechos que sean materia de investigación el que brindará la información clave, en base al cual se realizarán las posteriores tomas fotográficas y videográficas de los investigados y/o agraviados, esto dependerá de las imágenes de los hechos delictivos la obtención o no de diversas características biológicas, y también serán de utilidad para la toma de muestras comparativas, considerando las distancias, ángulos y enfoques que éstas presenten.

iii) Muestras de cotejo

Las muestras de cotejo incluyen fotografías o videos de las personas investigadas y/o agraviadas y, siendo que se requiere de la comparación de características biológicas y de experiencia personal, las imágenes referenciales deberán ser obtenidas en posiciones y distancias similares a las de los hechos primigenios. Para la obtención de muestras de cotejo se debe considerar dos escenarios posibles:

- La obtención de muestras comparativas por parte del personal a cargo de la investigación, los cuales podrán realizar actividades de seguimiento o de recopilación de videos y fotografías de





los investigados, siendo que esta información será obtenida de diversas fuentes que se consideren relevantes para la investigación.

- La obtención de muestras realizada por el perito a cargo del estudio, el cual toma en cuenta la información remitida para realizar tomas fotográficas y/o videográficas, emulando las condiciones del entorno de los hechos primigenios.

En cualquiera de los dos casos, la información idónea será aquella que permita la visualización de la mayor cantidad de características visibles, clasificables, mensurables y comparables entre la evidencia remitida y la obtenida, tomando en cuenta formas y mediciones faciales, proporciones y clasificaciones corporales, análisis de la marcha y características individualizantes.

iv) Remisión de las muestras de estudio

Debido a que los estudios de identificación antropológica se basan en la comparación morfológica y la medición de características biológicas, es de necesidad obligatoria la remisión de muestras de manera digital, generando el código HASH, ya que el material impreso imposibilita el estudio solicitado, pues no permite la adecuada observación de las características buscadas. Además, no permite realizar el análisis de peculiaridades biológicas, sino que, por el contrario, entorpece la visualización de dichas características.

Asimismo, se requiere que las muestras remitidas sean obtenidas de las fuentes primarias, y no de grabaciones de pantalla u otros dispositivos, ya que estas alteran las perspectivas de las imágenes, distorsionándolas e imposibilitando el análisis solicitado.

v) Procesamiento y análisis de las imágenes

La visualización de los videos y fotografías remitidos es clave en el proceso de identificación antropológica, ya que el estudio adecuado de esta información permitirá determinar las características necesarias para lograr la identificación de personas. Por este motivo, se buscará seleccionar los momentos clave en los videos y fotografías, considerando para ello la mayor visibilidad de características biológicas de interés forense.

Los momentos clave deberán analizarse en cada uno de los videos remitidos, sin existir un protocolo estricto sobre los criterios a tomar en cuenta para su obtención. Sin embargo, de manera general, se puede mencionar que la selección de estos momentos estará relacionada con la estabilidad de las imágenes, la adecuada iluminación del escenario, el tiempo en que aparezcan las personas objeto de estudio, la distancia a la que se encuentren dichas personas respecto a las cámaras de seguridad, la cantidad de prendas y artículos que cubran sus características biológicas, los movimientos erráticos o irreproducibles que realicen, y la distorsión propia de la configuración de las cámaras de videovigilancia. Por ello, el analista forense deberá revisar el material de manera exhaustiva, tratando de determinar los momentos más adecuados para la extracción de características comparables, que luego serán utilizadas para la comparación posterior.

Habiendo obtenido las imágenes clave, es posible utilizar programas especializados que permitan aumentar o reducir la iluminación, saturación, tono, intensidad del color, granulado, exposición, balance, entre otras características. Todo esto con el fin de apreciar, de mejor forma, múltiples características faciales y corporales que a simple vista son difíciles de percibir.



vi) Metodología de estudio

El método utilizado para la identificación antropológica es el de la comparación de características diversas, biológicas o de experiencia vital, tomando en cuenta la morfología, métrica, ubicación y demás particularidades de cada una de dichas características.

En este contexto, el estudio forense puede considerar la identificación mediante el examen de:

- (1) Homologación de imágenes
- (2) Comparación facial forense.
- (3) Superposición facial.
- (4) Análisis auricular
- (5) Análisis corporal.
- (6) Análisis cinemático.
- (7) Análisis de características biológicas individualizantes.

Con la finalidad de asegurar la precisión, fiabilidad y validez del estudio, es necesaria la consecución de múltiples características que permitan la identificación de las personas, minimizando la subjetividad y el error de intraobservador. Esto se debe a que un número reducido de hallazgos es poco fiable, ya que factores como modificaciones corporales, el tiempo transcurrido desde los hechos, artefactos en las imágenes y errores humanos pueden influir negativamente en los resultados.

Por ello, la consistencia de los hallazgos en diferentes segmentos anatómicos refuerza la validez de las conclusiones, proporcionando bases más sólidas sustentadas en un análisis probabilístico y no en percepciones individuales.

(1) Homologación de imágenes

La comparación de imágenes busca cotejar características y determinar si dichas tipologías presentan compatibilidades, por lo que se utilizan dos enfoques principales:

- (a) Método directo
Comparación de características generales.
- (b) Método indirecto
Comparación de características de carácter discriminante.

(2) Comparación facial forense

El rostro es la parte más reconocible del cuerpo humano y, dado que no existen dos rostros humanos completamente iguales, constituye un elemento fundamental en el proceso de identificación forense.

Como señalan Mallet et al. (2014), a medida que aumentan los niveles de delincuencia, se recurre a la opinión de diversos expertos en identificación humana, entre ellos analistas, antropólogos, psicólogos y médicos, para individualizar tanto a víctimas como a delincuentes. En la actualidad, el uso de Circuitos Cerrados de Televisión (CCTV) ha incrementado la importancia de la identificación facial para determinar responsabilidades en actos delictivos.



Cuando es posible apreciar el rostro en imágenes o videos, es indispensable contar con un sólido conocimiento de las descripciones anatómicas y la superficie facial para determinar e informar los resultados obtenidos durante la comparación. Esto implica considerar la morfología, las proporciones faciales, la métrica y los diferentes puntos de referencia anatómicos.

Asimismo, debido a la elasticidad del rostro, evidenciada en su movilidad para expresar emociones, es necesario comprender en profundidad la anatomía facial subyacente, incluyendo la musculatura y su modo de acción.

Partiendo del hecho de que los cráneos varían entre individuos, el tejido blando que los recubre presenta una disposición igualmente diversa, lo que hace que cada rostro sea único. La forma, dimensiones y combinación de rasgos faciales dependen tanto de factores genéticos como de experiencias vitales. Por ello, el estudio facial se enfoca en un conjunto de rasgos y las interrelaciones entre ellos.

Considerando el planteamiento de Serrano (2000) para la identificación de personas a través del método de comparación antropológica, se requiere de la ubicación de los rostros en el plano de Francfort, el cual sirve como referente para las mediciones o clasificaciones necesarias en los análisis forenses, tomando en consideración puntos específicos tanto del tejido blando y tejido duro, asegurando así la consistencia de la orientación y la consecuente precisión de los datos obtenidos.

Entre los datos de relevancia es posible distinguir zonas de estudio que permitan analizar la complejidad de los datos analizados, por lo cual la división de la región facial es útil en el análisis, siendo así, el rostro se divide en tercios horizontales, incluyendo:

- Cerebral (1/3 superior)
- Respiratorio (1/3 medio)
- Digestivo (1/3 inferior)

Además, al tomar en cuenta la edad como un factor relevante, se debe observar que, a partir de los 40 años, en función de las diferencias genéticas, estilos de vida y exposición a factores medioambientales da inicio el proceso de envejecimiento, el cual afecta la estructura facial, considerando el decaimiento de la nariz y orejas, aplanamiento de los labios y profundización de los surcos frontales y nasolabiales.

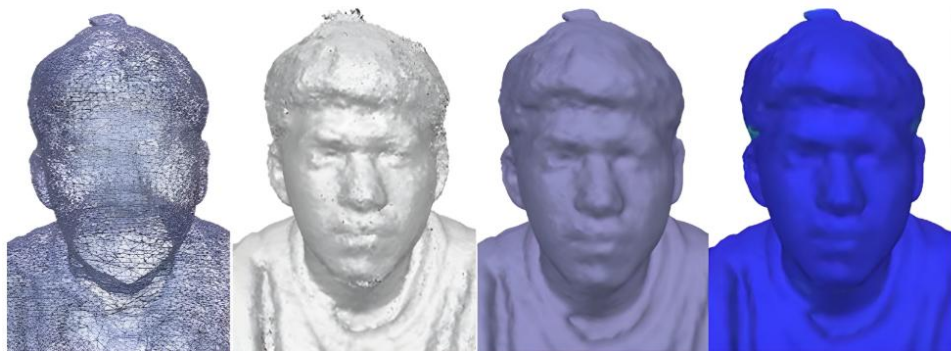
(3) Superposición facial

La superposición facial consiste en la imposición de imágenes faciales normalizadas, las cuales deben presentar un tamaño y orientación similares, además de considerar la correspondencia en múltiples puntos anatómicos antropométricos (Schmitt, 2006). Esto permite comparar la ubicación, disposición y tamaño de los tejidos blandos de manera precisa. Cuando se dispone de videos adecuados, es posible realizar un estudio detallado de los fotogramas que los componen, seleccionando aquellos que aporten la mayor cantidad de información biométrica. Posteriormente, se procede a comparar y superponer las imágenes extraídas de los videos relacionados con los hechos analizados con las imágenes de comparación remitidas u obtenidas, buscando la correspondencia anatómica entre diferentes segmentos faciales. Estos segmentos incluyen la región bucal, oral, cigomática, frontal, entre otras.

Por ello, es fundamental una correcta evaluación y delimitación de las estructuras anatómicas y faciales, ya que la posición y definición precisa de estas áreas proporcionará datos confiables para la identificación mediante la superposición facial.



Figura 73
Fotogrametría facial



Nota. Modelado de malla tridimensional.

(4) Análisis auricular

Otra de las regiones que aporta información esencial para la identificación de personas es la región auricular, cuya disposición y morfología puede observarse en las imágenes captadas por las cámaras de seguridad. Esta región aporta datos complementarios al análisis de identificación, reforzando los análisis realizados con anterioridad y tomando en cuenta diversas particularidades, como perforaciones, anomalías, seccionamientos, patologías o cirugías. Abbas y Rutty (2005) mencionan la posibilidad de añadir otros detalles característicos, como la posición, el tamaño, cicatrices, hoyuelos, montículos y rasgos del borde del hélix, al considerar que no hay dos estructuras auriculares idénticas.

De modo tal que las estructuras auriculares pueden compararse y determinar si presentan una disposición y métrica similar. Más aún, si las imágenes de estudio lo permiten, se realiza un análisis de superposición y medición graduada de ambas estructuras.

(5) Análisis corporal

Si bien es cierto que existen múltiples características que permiten realizar comparaciones entre dos personas, estas características deben incluir catalogaciones o mediciones previas. Por lo tanto, dichos parámetros deben ser observables, comprobables y falsables para poder afirmar que se basan en un enfoque científico.

El análisis corporal busca determinar ciertas características anatómicas para relacionarlas entre las que presentan dos individuos. Sin embargo, la noción inicial planteada por el psicólogo William Herbert Sheldon es básica y no permite reducir el universo de estudio, debiendo utilizarse nociones específicas como las planteadas por Norton y Olds (1996), las cuales consideran diferentes mediciones y consideraciones referidas a las muestras fotográficas y los fotogramas componentes de los videos de estudio pericial. Por ello, es necesario analizar rasgos anatómicos únicos o distintivos para establecer coincidencias entre las imágenes y los sospechosos.

Es debido a ello que se requieren múltiples fotografías forenses especializadas, las cuales deben realizarse en múltiples ángulos (frontal, lateral, superior), resaltando marcas anatómicas (cicatrices, tatuajes) y anomalías óseas (fracturas antiguas, osteofitos) o patológicas. Esto con la finalidad de realizar comparaciones que permitan establecer la identidad de las personas.

El análisis del somatotipo se considera como una parte del proceso de identificación, ya que, dadas las circunstancias adecuadas, es posible analizarlo como parte del proceso de evaluación forense. Sin embargo, es necesario remarcar que solo puede aportar datos



parciales, por lo que no puede ser considerado como un método único de identificación, sino que es parte del estudio que aporta datos mensurables, fortaleciendo los análisis y no identificando por sí solo. Este tipo de estudio considera la comparación de proporciones corporales que incluyen la longitud de miembros, posturas, formas generales del cuerpo, así como el análisis morfométrico de segmentos visibles. Para la realización del estudio, es necesario considerar mediciones estandarizadas o relaciones proporcionales, tomando en cuenta que, se debe tener mucho cuidado, ya que factores como la ropa, el ángulo de la cámara, la resolución de la imagen, la postura, la estatura y la distancia influyen de manera determinante en la percepción corporal. Por ello, el estudio debe ser realizado por especialistas entrenados.

(6) Análisis cinemático

El análisis de la marcha en el proceso de identificación busca determinar patrones específicos, analíticos y estadísticos en las características únicas de la forma de caminar de los individuos. Para ello, es necesario analizar y extraer características clave de la marcha de una persona específica y analizarlas a través del campo de la biometría.

Por ello, se hace necesario entender diferentes conceptos, incluyendo la marcha, la cual comprende una dinámica completa del cuerpo, tomando en cuenta las ocho etapas del ciclo de la marcha: apoyo inicial (contacto del talón), respuesta a la carga (absorción del impacto), apoyo medio (movimiento controlado por la tibia), apoyo final (extensión dorsal del tobillo elevándose), fase de prebalanceo (flexión pasiva de rodilla), balanceo inicial (flexión de rodilla), balanceo medio (creciente flexión de cadera) y balanceo final (extensión de rodilla hasta flexión neutra). Además, se consideran otros factores de medición como la velocidad, la cadencia del ciclo de la marcha, entre otros que puedan modificar el ciclo.

De modo tal que, como indican Birch y Nirenberg (2020), es necesario entender cada ciclo de movimiento y sus componentes para realizar un análisis adecuado ante las cortes de justicia. Así, el análisis observacional de la marcha busca recopilar información cinemática de una persona aplicando conocimientos de evaluación clínica, mecánica, anatómica, médica y de rehabilitación. Diversos factores, como la sincronización o no de los contactos del pie, la velocidad de pasos por minuto, la velocidad de la marcha, las posiciones relativas de las extremidades y la angulación presente en las articulaciones, pueden medirse para evaluar la simetría, aceleración, altura y otros aspectos. Para ello, se requieren metodologías sistemáticas que eviten la subjetividad y la falta de fiabilidad en el análisis.

Por ello, es necesario grabar el desplazamiento de las personas, buscando replicar las condiciones medioambientales y las circunstancias en las que se dieron los hechos. Se deben obtener múltiples grabaciones desde planos laterales y frontales para comparar diferentes ángulos, repitiendo el movimiento y ajustando las tomas a las regiones más importantes. Se requieren grabaciones con múltiples fotogramas por segundo y alta resolución, preferentemente con cámaras fotográficas profesionales o semiprofesionales, debido a la amplitud del lente que disminuye la distorsión observada en las grabaciones hechas con teléfonos celulares.

(7) Análisis de características biológicas individualizantes

Este análisis está enmarcado en el estudio de características identificadoras únicas, en las que se estudian rasgos visibles como lunares, cicatrices, tatuajes, malformaciones y patologías, que se convierten en marcadores únicos en la identificación humana (Gardner y Krouskup 2019). Dichos marcadores se incluyen en el proceso de identificación y comparación forense.

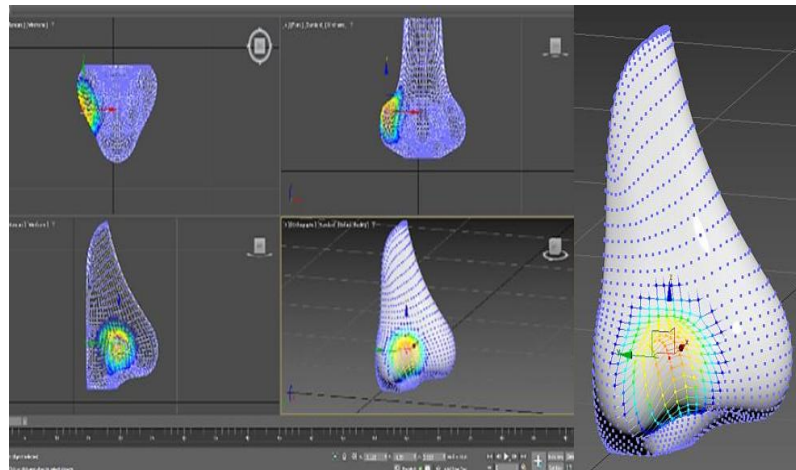


El proceso debe incluir la extracción de los mejores fotogramas componentes del video remitido para análisis, así como fotografías, videos, registros médicos y cualquier otra información relevante de las personas sospechosas.

Posteriormente, se localiza anatómicamente cada uno de los marcadores, describiendo su tamaño, forma, coloración, dimensión, orientación, deformación o asimetría, para que, después de tener una lista, se pueda realizar una comparación de características mapeando las posiciones anatómicas en las que se encuentran, llegando incluso a la superposición de imágenes si la calidad de los fotogramas lo permite.

Después de lo anteriormente mencionado, se hace necesaria la determinación de la rareza de los marcadores, manifestando así lo común o peculiar de la ubicación de dicha característica y si la combinación de dichos marcadores es individualizante o no.

Figura 74
Peculiaridad anatómica



Nota. Representación tridimensional de peculiaridades anatómicas.

c) Antropología sociocultural forense

El análisis sociocultural forense es una herramienta que permite realizar el estudio referido a la interpretación, accionar, contextualización y expresión de una cultura o ideario y, siendo que estas representaciones son muy diversas se hace necesaria la adecuación de la metodología para el entendimiento de los hechos y la manera en la que se da la interpretación del mundo. Es debido a la multiplicidad de los hechos y las interpretaciones que éstos conllevan que se hace necesario el estudio, pormenorizado, de cada uno de ellos para determinar si estas manifestaciones o actos pueden llegar a ser considerados criminales.

Además, se debe considerar que el análisis sociocultural busca analizar el comportamiento manifiesto en diversos medios audiovisuales incluyendo televisión, redes sociales, pinturas, escritos u otros similares, ello para la interpretación del contexto en el que se manifiestan diversos argumentos o pseudoargumentos, falacias, interpretaciones, ideologías o corrientes de pensamiento incluidas en las frases o manifestaciones brindadas. Es por ello, que se observa la necesidad del uso de diversas teorías asociadas que incluyen teorías económicas, educativas, históricas, lingüísticas, gramaticales, simbólicas y de contextualización de los hechos o manifestaciones.

i) Objeto de estudio

Observándose que el análisis sociocultural realiza estudios para la interpretación de manifestaciones o el accionar de determinados actos, el objetivo del estudio está centrado la explicación de las bases



teóricas, usos lingüísticos, contextos y toda aquella información requerida para la interpretación de los actos realizados y expresiones generadas considerando las bases conceptuales, históricas, económicas, filosóficas e ideológicas en las que se fundamentan dichas manifestaciones.

Es así que, el análisis realizado busca utilizar una metodología que permita examinar todos aquellos datos relevantes en los que las manifestaciones o expresiones fueron exteriorizadas, brindando un marco conceptual con el cual las autoridades solicitantes y judiciales puedan tomar decisiones en cuanto a los casos analizados considerando, para ello, las normas culturales y las expresiones que determinadas personas tengan en ciertos contextos dados evitando que se realicen interpretaciones falaces, equívocas o malintencionadas. En este último escenario, es necesario comprender las peculiaridades históricas e ideológicas en las que se sustentan.

Para el logro de este objetivo, es necesario relacionar los conceptos culturales con los hechos que son materia de estudio buscando responder a las interrogantes de la investigación a través de conclusiones fundamentadas en estudios cimentados y bases teóricas explicadas.

ii) Teorías base

Para entender las circunstancias en las que se plantea el material de análisis pericial, se requieren diversas teorías, las cuales tendrán relevancia en cuanto a lo propuesto en materia teórica, contextual, temporal y escenarios diversos, así, de manera general, pueden utilizarse diversas teorías entre las cuales se incluyen:

- (1) Racionalismo: enfoque propuesto por John Locke, el cual trata de analizar las relaciones matemáticas y estadísticas que permiten inferir o deducir el comportamiento considerando que las ideas preexistentes provienen de alguna experiencia anterior o de doctrinas anteriormente aprendidas, no pudiendo éstas surgir de la nada, las cuales, en combinación, pueden generar diferentes impresiones o puntos de vista.
- (2) Evolucionismo: planteamiento generado por Lewis Morgan y Edward Tylor, quienes toman en consideración el evolucionismo biológico para el planteamiento del evolucionismo cultural, el cual analiza al ser humano en un contexto social considerando, para ello, diversos estadios de desarrollo, si bien es cierto que, actualmente, no se es necesariamente determinista en cuanto al paso de etapas obligatorias, el enfoque es útil en lo que refiere a la presunta evolución de las ideas y sus fines o logros.
- (3) Difusionismo: movimiento planteado por Fritz Graebner, que plantea que el conocimiento de las diversas culturas y conocimientos se influyen de manera mutua en base a la difusión de ideas, prácticas y objetos, de modo tal que las costumbres, significados y preceptos se forjan en función de lo observado y conceptualizado, así, la ideología o filosofía es una mezcla de diversos conocimientos de distintos pueblos, contextos y situaciones.
- (4) Particularismo histórico: propuesta de Franz Boas que expone el estudio de las culturas desde el enfoque particular de los integrantes de dicha cultura, por lo que se hace necesario interpretar los pensamientos e ideologías desde el punto de vista de los expositores, actores e ideólogos que expresan dichas ideas, evitando así la generación de sesgos propios del observador que pueden llevar a errores, por lo que es necesario el entendimiento de las bases contextuales, históricas y académicas sobre las cuales las manifestaciones expresadas surgen.





- (5) Estructuralismo: Es una corriente impulsada por Claude Levi-Strauss que busca entender los fenómenos sociales, incluyendo las expresiones dadas en estos, a través de la interpretación de los sistemas lingüísticos y signos, ya que éstos presentan determinados patrones en culturas con ciertas relaciones u orígenes similares, por lo que existen estructuras que subyacen al tejido social y que pueden ser analizadas en su contexto, impidiendo que existan significaciones aleatorias, ya que, de ser así, no habría posibilidad de una comunicación fluida entre diferentes miembros de diversas comunidades.
- (6) Simbolismo: Análisis referido por Víctor Turner y Clifford Geertz, quienes, de manera conjunta, manifiestan la importancia de la generación de diversos sistemas de símbolos y la expresión de los mismos en diversos sistemas culturales, poniendo énfasis en la acción simbólica y su importancia en la orientación de la acción personal y grupal, observándose la hermenéutica de la cultura a través del estudio gramatical y simbólico de individuos a través de la llamada "descripción densa".

iii) Información requerida

Para el análisis de los estudios referidos, se requiere de diversa información, no solamente los hechos concretos, sino también la información recolectada concerniente al ámbito de desarrollo de las personas que representen o manifiesten dicho accionar, por lo que se requiere de:

- (1) Información histórica: Referida a la recolección de datos y contenidos específicos del lugar en el que se desarrollaron los hechos, así como el tiempo o momento contextual en el que se generaron las manifestaciones que sean de interés interpretativo, así se obtendrá un panorama amplio que brinde un contexto definido en el cual los autores se desarrollaron.
- (2) Información estadística: Los estudios planteados requieren de información social y estadística, considerando ingreso monetario, desarrollo social, acceso a servicios médicos, desarrollo educativo, vivienda, acceso a servicios de agua, electricidad, internet o comunicación telefónica, ello debido a la necesidad de particularizar el estado en el que una persona en particular se encuentra con respecto a los demás miembros de la sociedad en la que se desarrolla.
- (3) Información antropológica social: Considerando la mutación de conceptos propios debido a la modificación temporal y la difusión ideológica, el aculturamiento es una variable a tomar en consideración, por lo que su medición es clave en el contexto forense, siendo así, el uso de herramientas y técnicas métricas se hace necesario para analizar la integración de un individuo en particular a determinada cultura en especial así como la reinterpretación de hechos o la separación de ciertos aspectos simbólico-culturales debido a la distancia temporal y geográfica del punto de origen.
- (4) Información filosófica: La información ideológica o filosófica será la que rijan el accionar o pensamiento de las personas, por lo que se hace necesario conocer e interpretar el marco conceptual inherente a cada uno de ellos, siendo así, se requiere del conocimiento teórico basal en el cual se sustenten, de modo tal que la interpretación de los hechos analizados, desde el punto de vista forense, tenga una base sustentable y reconocible, sobre la cual estandarizar procesos diversos, evitando así la aleatoriedad de modelos e imprevisibilidad de datos o situaciones futuras.

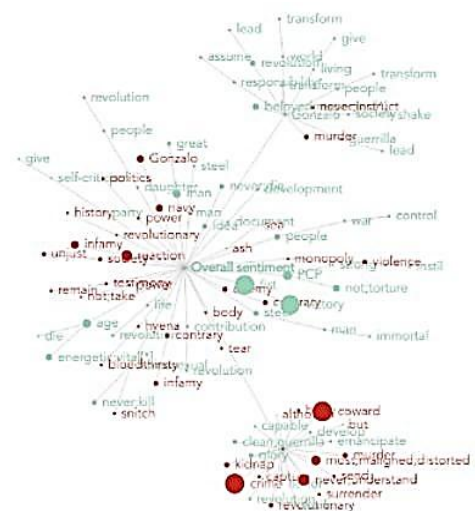
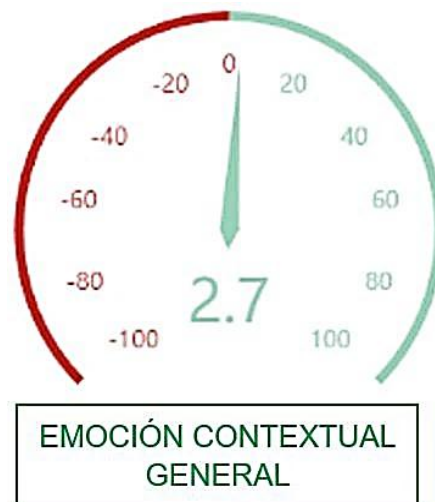


iv) Resumen analítico

Para la realización de este estudio en particular, se debe considerar la perspectiva emic (punto particular) y etic (punto de vista exterior), así, será posible interpretar los hechos o manifestaciones desde la perspectiva del agente ideológico (incluyendo las costumbres, formas, simbolismos y costumbres que posea) y la del analista (la cual estará respaldada por el conocimiento académico y bibliográfico que le permitirá conceptualizar las peculiaridades o generalidades del comportamiento cultural).

Es debido a la multiplicidad de los hechos analizados que se requiere el contraste de múltiples teorías económicas, sociológicas, políticas, estadísticas y demás información relevante, por lo que, cada uno de los estudios realizados requerirá de la unicidad contextual, vale decir, que si bien es cierto que las personas se rigen por estatutos generales, cada uno de ellos puede utilizar determinadas corrientes de pensamiento, las cuales deberán ser analizadas dependiendo de la información obtenida de las expresiones culturales que sean de interés forense.

Figura 75
Análisis nodal



Nota. Representación nodal basada en análisis de expresiones.



3.2.4. Arqueología forense⁶

1) Historia

La arqueología tiene sus primeras apariciones entre las sociedades griegas y romanas, las cuales evidenciaban interés en el análisis de restos antiguos, como Heródoto, quien describió los grandes monumentos egipcios, pero, sin incluir aún metodologías sistemáticas, sino solo descriptivas. Posteriormente, entre los siglos XV-XVII, personajes como Flavio Biondo, recolectan objetos antiguos sin un enfoque científico de análisis, sino con un punto de vista artístico e histórico, evidenciándose en el descubrimiento de las ruinas de Pompeya en 1748 lo que, ciertamente, despertó un interés masivo en el pasado material, pero sin el rigor científico arqueológico.

Es en el siglo XVIII que empiezan a utilizarse métodos científicos en la arqueología, dando inicio al nacimiento de la arqueología moderna, con figuras emblemáticas como Johann Joachim Winckelman, considerado como uno de los padres de la arqueología. Más adelante, Jürgensen (1836) propone la división histórica del mundo en Edad de Piedra, Bronce y Hierro, generando una base cronológica referencial a nivel mundial considerando, para ello, el estudio de artefactos daneses de colecciones de museos. Posteriormente, Rivers (1898) aplica los principios de la estratigrafía a la arqueología en la excavación de yacimientos con terraplenes y fosos, así se podían registrar capas de suelo para entender secuencias temporales y la especialización del método con la propuesta de análisis de cuadrantes de Van Giffen.

Es de ese modo que, a finales del siglo XX, la arqueología adopta un marco evolucionista, el cual estaba ligado a la teoría de Charles Darwin generando una nueva perspectiva que se diferenciaba del origen creacionista, mientras que, se desarrolla otro enfoque, el culturalista; este concepto ubicaba al hombre en el centro del mundo, apareciendo la ciencia que lo estudiaría a plenitud, la antropología, siendo que, originalmente, la Arqueología era una rama dependiente de ella, como lo indica Boas (1911), lo cual fue formalizado por Kroeber (1923), quien describe a la antropología como un campo con múltiples subdisciplinas interrelacionadas. Así, la arqueología empieza su desarrollo como una subdisciplina histórica que se ocupa del pasado del hombre desde un punto de vista científico, considerando que, los conceptos que aporta provienen de objetos con una data anterior en el tiempo, por lo cual requiere de estudios sistemáticos para la elaboración del conocimiento especializado.

Es a partir de 1960 que la historiografía de la arqueología en Europa y América fue más desarrollada, ya que la línea de investigación presente fue acrecentándose y teniendo mayor importancia, especialmente entre 1980 y 1990, con diversos estudios como los análisis clásicos de Willey y Sabloff (1974), Bernal (1979) y Matos (2017), publicaciones que se distinguían de la producción bibliográfica desarrollada anteriormente, la cual era simplista y general y, desde ese momento se desarrolla con una perspectiva científica, presentando una visión en conjunto del desarrollo de la ciencia en América.

En Perú, la arqueología da sus primeros pasos con Miguel Feyjoo y Sosa, corregidor de la ciudad de Trujillo entre 1757 y 1760, quien redactó la relación descriptiva de la ciudad y provincia de Trujillo del Perú, incluyendo al denominado reino Chimor, realizando excavaciones en la Huaca de Tantaluc (hoy Tantarica), considerada como la primera excavación estratigráfica del nuevo mundo, remitiendo a Madrid 263 piezas de cerámica que acabaron por ingresar en el Real Gabinete de Historia Natural.

⁶ Redactado por: May. S. PNP Julio Daniel Lázaro Gonzales

Maier (2021) indica que, en la década de 1780, el sacerdote Baltasar Jaime Martínez Compañón y Bujanda, obispo de la intendencia de Trujillo, creó la colección mejor documentada de historia natural, contando con diversos artefactos precolombinos del siglo XVIII que fueron enviados desde Cartagena hasta España, para lo cual debió documentar y ordenar el mundo en forma enciclopédica buscando coleccionar todos los artefactos del norte peruano, pudiendo considerar este como uno de los puntos originales de la arqueología en Perú.

Ya en la década del sesenta, la figura de Julio César Tello (1960) es considerado como el padre de la arqueología al refutar a Max Uhle, quien atribuía los orígenes de las civilizaciones preincaicas, y sentar las bases de las mismas al identificar a la cultura Chavín, basándose en la iconografía selvática (por motivos hallados como el jaguar, plantas, cerámicas y esculturas) y evidencia estratigráfica como el denominado Obelisco de Tello. Así, se establece el Seminario de Antropología en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, considerándose un núcleo de desarrollo de la arqueología en el país.

Con la Ley N° 28296 Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación del año 2007, se constituye un instrumento legal que establece la política nacional en el Perú para la defensa, protección, promoción, propiedad y régimen legal y el destino de los bienes que constituyen el patrimonio cultural de la nación, de modo tal que, la arqueología presenta importancia al permitir el conocimiento y la valoración de la historia, la cultura y la identidad del país, ya que los bienes arqueológicos como manifestaciones que aportan información valiosa sobre el pasado, fundamental para comprender la evolución cultural y preservar la memoria histórica de la nación, clasificando y protegiendo bienes culturales, que incluyen edificios, obras de infraestructura, restos materiales y evidencias arqueológicas, independientemente de su antigüedad o destino.

2) Definición

La arqueología forense es una disciplina especializada que aplica metodologías arqueológicas para localizar, recuperar y documentar evidencias en contextos legales, incluyendo la recuperación de restos, como lo indica Ferlini (1993) aplica métodos arqueológicos a la recuperación sistemática de evidencia.

Además, Cox y Hunter (2005) indican que, la arqueología forense es la aplicación sistemática de las técnicas arqueológicas para la localización, recuperación e interpretación de evidencia en contextos legales, considerando que estas técnicas deben estar revestidas de rigor metodológico durante la excavación de fosas o hallazgos diversos, además de seguir la documentación legal que responda ante la idoneidad de los hallazgos, así como su cadena de custodia, para lo cual se hace necesario el uso de protocolos de búsqueda, excavación estratigráfica y análisis de escenas complejas en casos de relevancia jurídica.

Mike y Márquez-Grant (2015) indican por su parte, que la arqueología va más allá de lo legal para abordar potencialidades humanitarias, características que se adaptan a marcos históricos, educativos y judiciales, debido a la variabilidad de prácticas forenses internacionales se hace necesario el uso de múltiples documentos que revistan el trabajo de metaanálisis comparativos, de técnicas y metodologías legitimadas a través de la práctica y metodología académica.

Blau y Ubelaker (2011) manifiestan que la arqueología forense es la confluencia de múltiples ciencias, entre las cuales se incluye a la antropología forense y las ciencias jurídicas para la resolución de crímenes, desastres masivos y atrocidades considerando, para ello, la sinergia entre las ciencias médicas, odontología, genética y el análisis tafonómico.





De este modo la arqueología forense se define como una disciplina dinámica que presenta un núcleo metodológico, con rigor científico, estratigráfico y tecnológico fundamentado en el uso de técnicas precisas de excavaciones y contextualización en escenas del crimen, presentando énfasis en la dimensión humanitaria, integrando diversos avances analíticos y generando una narrativa judicial documentada y sustentada en bases bibliográficas y referencias académicas.

3) Importancia

El Reglamento del Decreto Legislativo N°1219, Decreto Legislativo de fortalecimiento de la función criminalística policial indica, en Capítulo 2, Artículo 9, literal D, que la arqueología forense realiza el estudio y análisis de las sociedades antiguas a partir de sus restos materiales, haciendo énfasis en la adaptación de técnicas y métodos de la arqueología en la investigación de contextos forenses; reconstruye e interpreta el comportamiento humano que generó el arreglo espacial y secuencial de los elementos que conforman la escena del crimen en el contexto de los rasgos naturales y culturales de los restos humanos.

Por lo que, al tomar en consideración que la arqueología forense es una disciplina científica que integra el uso de metodología arqueológica en contextos legales, la importancia que reviste el desarrollo de casos incluye la localización y recuperación de evidencia considerando el uso de técnicas estratigráficas en función de la recuperación de restos físicos, siendo estos biológicos o no, para catalogar su relevancia, temporalidad y correlación, perennizando la evidencia relevante la cual servirá como información probatoria en procesos judiciales.

Así, el campo de desarrollo de la arqueología forense está referido tanto a la recuperación de restos materiales, su contextualización e interpretación de los rasgos culturales que componen la escena, así como la obtención de información relevante para casos judiciales ya que busca interpretar los diversos patrones de disposición de objetos asociados a los cuerpos tratando de reconstruir escenarios delictivos, los que pueden estar relacionados con casos de homicidios o desapariciones forzadas.

Además, la reconstrucción de escenarios en contextos históricos, permite realizar el análisis tafonómico de las piezas orgánicas diferenciando alteraciones naturales en las distintas etapas temporales y geográficas permitiendo, a su vez, el estudio de la secuencia de eventos.

En ese sentido, el análisis realizado no necesariamente se ciñe a la excavación misma, sino al uso de tecnologías no invasivas, como el uso de georradars o drones para la localización precisa de fosas y determinación de alteración (natural o artificial) del contexto.

4) Actividad arqueológica en campo

a) Método de recuperación:

La metodología utilizada para la recuperación de restos materiales de la actividad humana es variada; sin embargo, como lo indica Fernández (2000), la metodología incluye el análisis de:

i) Principios de abordaje de área de interés

Los principios son los que guiarán la intervención científica y legal de los escenarios forenses, permitiendo asegurar la evidencia y generar validez, confiabilidad y admisibilidad como prueba en una investigación legal, por ello, es necesario conocer las bases manifestadas por organismos internacionales tales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2016) y la Organización Internacional de Policía Criminal (INTERPOL).



- (1) Principio de minimización de alteraciones: el cual busca evitar o reducir a la mínima expresión las perturbaciones en la escena del crimen, al considerar que la modificación o alteración de la escena puede destruir información contextual clave para la resolución de los casos forenses, por lo que se requiere el uso de metodología prospectiva y la delimitación del área con perímetros de seguridad múltiples (primarios, secundarios y terciarios).
- (2) Principio de procedimiento sistematizado: fundamentalmente, se requiere seguir protocolos estandarizados para garantizar el adecuado abordaje de escenas, así como para garantizar la cadena de custodia, por lo que es necesario el uso de fichas de registro para evidencia, de este modo la información incluirá identificaciones únicas, coordenadas de hallazgo y fotografías referenciales.
- (3) Principio de interdisciplinariedad coordinada: el cual se fundamenta en la integración de diversas especialidades desde el inicio del abordaje de la escena, considerando a los especialistas de antropología, entomología, balística y medicina forense, de modo tal que el equipo interdisciplinario pueda desarrollar un trabajo conjunto y ordenado en el lugar del hallazgo intercambiando información vital para la resolución de casos complejos.
- (4) Principio de proporcionalidad metodológica: manifiesta que es necesario adaptar las técnicas a la complejidad de los casos analizados, dependiendo de las múltiples diferencias que hay entre ellas, ya que, existen obvias diferencias en la aplicación de instrumentos, planes de abordaje y delimitaciones en excavaciones manuales en restos superficiales y el uso de equipo especializado así como maquinaria pesada en el caso de análisis de grandes fosas comunes, por ello, es necesario individualizar y tomar decisiones adecuadas para el abordaje de cada escena, no siendo estrictamente necesario el uso de todas las metodologías a la vez.

ii) Principios metodológicos:

Con ello en consideración, se hace necesario el desarrollo de los fundamentos metodológicos aplicables a la arqueología forense en contextos judiciales, los cuales están enfocados en la recuperación sistemática de restos orgánicos y físicos asociados a investigaciones criminales, pudiendo desarrollar:

- Principio de contexto: considerar que todo hallazgo forense presenta significado diferenciado debido a la relación de ubicación geográfica y su particular asociación con los elementos encontrados, ya que la reconstrucción de los eventos acaecidos requiere de la documentación precisa tanto de la posición de los restos como de la relación de dichos restos con el espacio, destacando, además, la relevancia de determinación de un depósito primario o secundario.
- Es por ello que se necesita la ubicación tridimensional de cada uno de los hallazgos (planos x, y, z) y la asociación contextual de ellos, es decir, la relación espacial que hay entre las evidencias o indicios hallados, esta ubicación y contextualización es clave para reconstruir los eventos.
- Prospección y evaluación: siendo necesario que, antes de empezar con la excavación de cualquier área de interés forense, se empleen técnicas de prospección para minimizar cualquier tipo de alteraciones y planificar, de manera ordenada, la intervención física en el área.
- Para ello, se hace necesario el uso de técnicas que incluyan el uso de sistemas de posicionamiento global o referencias geográficas precisas en áreas grandes y pequeñas, permitiendo determinar, con la mayor exactitud posible la ubicación del lugar.



- En una segunda etapa, es posible utilizar instrumental especializado en el análisis del terreno, considerando para ello, principios de geofísica, para lo cual es posible el uso de radares de penetración terrestre o magnetometría que permitan tener una visión de los objetos que pudieran estar enterrados en el área de estudio, todo ello, en base a la metodología propuesta en diversos protocolos de inspección y búsqueda de restos forenses.
- Excavación estratigráfica sistematizada: en esta etapa, ya se ubicó geográficamente el lugar y se delimitó en función al análisis prospectivo, se realizó la evaluación del terreno y se inicia con la excavación sistematizada, la cual busca registrar secuencias de deposición de objetos y materiales forenses, así como las alteraciones que éstos tuvieron, para lo cual, según Harris (1989), es necesario utilizar dos protocolos:

(1) Cuadrículas y perfiles:

Como lo indica la adaptación de Wheeler (1954) el análisis del terreno en cuadrículas utilizando los sistemas de ejes cartesianos de unidades regulares utilizando ejes x, y para ubicar la evidencia y registrar la posición exacta de la evidencia hallada en la escena es necesaria para una rigurosa ubicación de cada elemento.

Además, los perfiles permiten revelar las secuencias de deposición de los elementos de interés a través de su ubicación en el terreno, para lo cual se utilizan cortes verticales sobre el terreno analizado, documentando las perturbaciones halladas.

La técnica incluye el uso de un protocolo científico que incluya establecer un punto base, también denominado datum, que es el punto sobre el cual se fijarán las coordenadas conocidas, sirviendo de referencia sobre el cual girarán las divisiones.

- (a) Trazado de ejes: se realiza el trazado de ejes primarios considerando el eje Y (norte - sur) y el eje X (este - oeste) con cintas métricas calibradas para determinar divisiones de tamaños regulares y estandarizadas
- (b) División del área: por medio del uso de cordeles y estacas se delimitan y numeran los cuadrantes generados, los cuales permitirán determinar en qué unidades de análisis se encontraron los indicios y evidencias.
- (c) Registro: después del hallazgo, es necesario documentar la posición de cada uno de los hallazgos considerando, para ello, su ubicación en un eje tridimensional (planos x, y, z) en referencia al datum o punto base.

(2) Registro por capas naturales:

La realización de cortes verticales en las paredes de la excavación, permiten determinar la secuencia de estratos (capas de suelos) exponiendo la cronología de la historia y las perturbaciones físicas a las que estuvieron expuestas siguiendo la Ley de superposición de Steno, según la cual, los estratos inferiores son más antiguos que los superiores, secuenciando así los eventos ocurridos. Para la aplicación de esta ley, se deben analizar:

- (a) Posibles re-excavaciones o excavaciones secundarias, las cuales denotan líneas de palas o alteraciones en estratos, lo cual está relacionado con intentos de ocultamiento deliberado.
- (b) Depósitos primarios y secundarios: los cuales permitirán diferenciar entre un cuerpo que fue enterrado en el lugar de forma original y primigenia o que, por el contrario, éste fue movido de lugar, para lo cual se utiliza el perfil denominado “suelo sellante” que es un



estrato intacto hallado sobre los restos de interés forense, lo que es un indicativo de no remoción.

Figura 76
Exhumación



Nota. Restos humanos exhumados por disposición fiscal.

De este modo, se busca diferenciar las unidades estratigráficas naturales (unidades sedimentarias que forman un único evento deposicional), basándose en los cambios de textura, color o composición del suelo diferenciándolo de los niveles artificiales, los cuales podrían estar a diferentes profundidades pero que, debido a su composición y características comunes, no son naturales.

Este procedimiento permite documentar los hallazgos por cada unidad estratigráfica, asignando para ello un código único a las muestras halladas tomando en cuenta que para cada código debe considerarse el registro de:

- Profundidad de inicio y fin.
- Inclusión de materiales hallados.
- Relación con objetos superpuestos o subyacentes.

(3) Documentación integral:

Considerando que la investigación está relacionada con una presunta acción delictiva, y que los hallazgos pueden servir como pruebas de los hechos acontecidos, es necesario llevar un registro minucioso de cada uno de los actos realizados, de modo tal que los hallazgos tengan validez jurídica, pudiendo utilizar herramientas como diarios de campo, dibujo de planos, fotogrametría, planimetría, modelado 3D, entre otras herramientas.



iii) Técnicas de análisis in situ

Considerando que se busca interpretar las diversas escenas sin alterar la evidencia hallada, esta técnica se utiliza durante la prospección y la excavación buscando determinar:

- (1) Tafonomía forense in situ: que tiene por objetivo analizar los procesos postmortem que afectaron los restos orgánicos hallados buscando determinar:
 - Patrones de descomposición analizando las marcas de humedad diferencial como manchas oscuras en el suelo que pueden estar relacionadas con líquidos cadavéricos.
 - Alteraciones por fauna que pueden presentarse de diversas formas con las mordeduras de animales carnívoros o carroñeros, las cuales se observarán en los huesos, mientras que la aparición de insectos colonizadores, como las larvas de dípteros, permitan estimar el intervalo postmortem.
 - Daños ambientales que incluyan la meteorización ósea (agrietamiento del material óseo debido a la exposición al sol) o el efecto de las raíces que crecen a través de los huesos generando marcas dendríticas.

Figura 77
Restos humanos en exhumación



Nota. Restos humanos dispuestos para análisis de patrones de descomposición.

- (2) Análisis de suelos y sedimentos: que buscan determinar el origen de tierras y alteraciones antrópicas diferenciando entre la metodología el análisis de:
 - Diferenciación de sustratos a través del análisis de mineralogía básica.
 - Análisis de pH de suelos y la diferenciación de sustratos.
 - Fitolitos y polen basados en la identificación de la vegetación presente al momento del entierro.
 - Análisis de carbones y cenizas que pueden ser indicadores de incendios o intentos de cremaciones.



iv) Ética y derechos humanos

Es importante considerar que todo abordaje de escenas deberá tener presente principios de ética y derechos humanos, los cuales se manifestarán antes, durante y después del inicio de los estudios en el área, para lo cual se considerará documentación especializada que incluya:

- (1) Manual del comité contra desapariciones forzadas de la ONU, que exige el consentimiento familiar para la realización de exhumaciones y que también prohíbe la divulgación de las imágenes de las víctimas.
- (2) Principios de Minnesota, que muestra el derecho de las familias a tener un representante en las exhumaciones, así como la preservación de objetos personales para la restitución parcial de la memoria de las víctimas.

Además, se presentan principios éticos que incluyen la confidencialidad y la transparencia de los estudios, ya que es necesario generar un balance adecuado entre la información de relevancia pública y el derecho a la privacidad de las víctimas, así como la garantía de no exhumar indebidamente restos humanos de cualquier índole sin las garantías que ofrece la justicia, de lo contrario se estará revictimizando a los familiares y amigos.



3.2.5. Balística forense⁷

El estudio de la balística forense constituye un área altamente especializada dentro de las ciencias forenses, enfocadas en analizar los fenómenos relacionados con el uso de armas de fuego en contextos delictivos. Permitiendo investigar de manera científica la identidad balística en casquillos y proyectiles, trayectorias, funcionamiento de las armas y de cartuchos, aportando evidencias fundamentales para las investigaciones criminales y los procesos judiciales. Autores como Cibrán Vidrio (2007), Jimenez (2006), Aguilar (2020), Albarrabín (2008) diversas clasificaciones de la balística forense, dentro de estas se encuentran comprendidos, balística interior, exterior, efectos, identificativa, operativa hasta la reconstrucción de los hechos, siendo por ello su campo de aplicación muy diverso cimentado en dichos conocimientos basado en la mecánica, química y la física.

Figura 78

Principales conceptos, ramas y áreas de intervención en balística



Nota. Elaboración propia a partir de Cibrán Vidrio (2007), Jimenez (2006), Aguilar (2020), Albarrabín (2008). El diagrama organiza los aspectos fundamentales de la balística forense, abarcando desde el concepto general y forense, las principales ramas de la balística forense, hasta el rol del perito y los principios que rigen la disciplina.

1) Historia

En sus comienzos, la historia de la balística forense era poco más que una práctica intuitiva, basada en la observación directa de los efectos que dejaban las armas de fuego. Con el paso de los siglos y el perfeccionamiento de la tecnología armamentística, esta disciplina evolucionó hacia un enfoque cada vez más riguroso y científico. Desde el uso de la pólvora negra en los primeros arcabuces hasta los actuales sistemas digitales de identificación balística, el camino ha sido largo y lleno de avances significativos. Fue entre los siglos XIX y XX cuando la balística se consolidó como una herramienta fundamental para la resolución de crímenes, convirtiéndose en un pilar dentro de las ciencias forenses modernas (Di Maio, 1999; INTERPOL, 2021). Casos emblemáticos de la época, como los primeros juicios donde se admitió

⁷ Redactado por: Cmdte. PNP Juan José Rodríguez Villamonte y S1 PNP Marcos Gallardo Rojas.

evidencia balística, marcaron un antes y un después en la forma de investigar y juzgar delitos armados. En la siguiente tabla 1 se presenta la línea de tiempo de los hitos más relevantes del desarrollo de la balística forense

Tabla 1

Hitos históricos y aportes pioneros en la balística forense (1835-1927)

Año	Personaje	Hecho relevante	Aporte a la balística
1835	Henry Goddard	Relacionó un proyectil con su molde de fabricación artesanal.	Primer caso de identificación proyectil-arma.
1898	Paul Jeserich	Comparó lesiones de dos proyectiles mediante fotografía ampliada.	Nacimiento de la balística interior y comparativa.
Inicios 1900	Richard Kockel	Negativos en cera para revelar marcas internas del proyectil.	Técnicas pioneras en balística.
1910	Prof. Balthazard	Estudió marcas en el culote de vainas por el percutor y extractor.	Origen del análisis de vainas disparadas.
1917	Charles E. Waite	Participó en caso de error pericial en EEUU y recopiló características de armas.	Impulsa búsqueda de métodos científicos confiables.
1923	Waite y colaboradores	Crearon catálogo de características de clase de armas.	Identificación técnica por marca, modelo y calibre.
1925	Gravelle	Desarrolló el microscopio comparativo unido ópticamente.	Revolución del cotejo balístico proyectil-testigo.
1927	Calvin Goddard	Aplicó con éxito el microscopio comparativo en juicio (caso Sacco-Vanzetti).	Validación científica del cotejo balístico en tribunales.

Nota. Principales avances y personajes en la historia de la balística forense, destacando aportes metodológicos y tecnológicos que consolidaron la disciplina.

2) Definición

La balística es la disciplina científica que estudia el comportamiento, movimiento y efectos de los proyectiles lanzados mediante diversos sistemas propulsores. Su campo abarca desde el instante en que se genera el disparo hasta que el proyectil alcanza su blanco o termina su trayectoria, involucrando fenómenos físicos como la cinemática, la dinámica de gases, la resistencia del aire y la gravedad. Esta ciencia no solo analiza el vuelo y desplazamiento del proyectil, sino también los procesos internos del arma que generan su expulsión, así como los efectos finales de su impacto. La balística se sustenta en principios de la mecánica clásica, la termodinámica y la aerodinámica, y constituye el fundamento teórico sobre el cual se desarrolla la práctica forense en materia de armas de fuego (Hatcher et al., 2015; Heard, 2008; Mattoo, 2011).

La balística forense es una rama especializada de las ciencias forenses orientada al análisis técnico y científico de las armas de fuego involucradas en hechos delictivos. Se subdivide en balística interior, exterior, de efectos, identificativa, operativa y reconstructiva. Su objetivo principal es aportar pruebas objetivas mediante el examen minucioso de evidencias balísticas, con el fin de determinar aspectos como el tipo de arma utilizada, la distancia del disparo, la trayectoria del proyectil, así como la posición de víctimas y agresores, los daños ocasionados y las características presentes en heridas, prendas, objetos y estructuras. Esta ciencia emplea metodologías de comparación rigurosas que incluyen el uso de microscopía, análisis físico-químicos, reconstrucción tridimensional de trayectorias y experimentación controlada. De esta manera, contribuye de forma decisiva a la administración de justicia al permitir





establecer, con fundamento científico, la relación entre un arma y un hecho delictivo específico (Mattoo, 2011; Heard, 2008; Biasotti y Murdock, 2004).

Por otro lado, su etimología y orígenes el término "balística" tiene sus raíces etimológicas en el latín ballista, que hacía referencia a un antiguo artefacto militar utilizado por los romanos para lanzar proyectiles a grandes distancias, basado a su vez en el griego bállein (bállo), que significa "lanzar" o "arrojar". Desde la antigüedad, el estudio del lanzamiento de proyectiles fue esencial en el desarrollo de técnicas de guerra, aunque fue recién en el siglo XVII cuando se sistematizaron los estudios sobre la trayectoria y los efectos del disparo como una disciplina científica. En un contexto más amplio, se entiende como la habilidad o destreza del experto en estudiar los proyectiles que son lanzados al espacio debido a un disparo realizado con un arma de fuego. Según el diccionario de la Real Academia Española (RAE), la balística está definida como el estudio del movimiento y los efectos de los proyectiles tanto dentro como fuera de las armas de fuego, abarcando sus características, trayectoria y alcance. A partir de los trabajos de Galileo y Newton, se sentaron las bases físicas que permitieron entender las trayectorias parabólicas y los fenómenos de aceleración, formando el núcleo inicial de la balística moderna. Con el desarrollo de las armas de fuego portátiles, la balística se diversificó hacia distintas especialidades que hoy forman parte de su clasificación forense (Heard, 2008; Mattoo, 2011; Di Maio, 1999).

3) Importancia

La importancia de la balística forense se fundamenta al aplicar principios científicos a la investigación de delitos relacionados con armas de fuego y proyectiles y casquillos, abarcando tanto el análisis de los mecanismos de disparo como de los efectos producidos, partiendo de variables como la velocidad inicial del disparo, la presión de los gases, la aceleración, la resistencia aerodinámica, el efecto de la gravedad, el desplazamiento angular, las variaciones climáticas y los efectos de impacto sobre diversos blancos, su función principal es establecer la relación entre los proyectiles, los casquillos y el arma utilizada en la escena del crimen. A través del análisis de las marcas de herramientas únicas que quedan en los proyectiles y casquillos, los peritos pueden identificar el tipo de arma empleada. Esta información es esencial para responder a las preguntas claves del caso: ¿Qué arma disparó?, ¿De dónde provino el disparo? Y ¿Cómo se desarrollaron los hechos?

La balística forense no solo ayuda a identificar el arma que disparo, sino que es vital para reconstruir los hechos, A través de la trayectoria de los disparos. y la posición de la víctima y el victimario, los expertos pueden visualizar el desarrollo del evento y entender cómo se dio el hecho criminal. Esta reconstrucción es fundamental para verificar la versión de los testigos y confirmar la verdad objetiva detrás del crimen. Sus alcances permiten desde la determinación de un arma en particular hasta la reconstrucción de eventos balísticos complejos en homicidios, suicidios, accidentes o enfrentamientos armados. La finalidad última es contribuir a esclarecer los hechos bajo examen, proporcionando información objetiva, técnica y reproducible que sustente la investigación penal y el juicio oral (Heard, 2008; Di Maio, 1999).

4) Actividad pericial

El perito balístico es el especialista forense encargado de analizar científicamente las evidencias relacionadas con armas de fuego, proyectiles, casquillos, cartuchos, trayectorias y otros; el mismo que para realizar todos estos procedimientos es necesario que sea personal policial que cumpla con lo señalado en la carta funcional o perfil de funciones, manual de procedimientos periciales, código procesal penal, leyes de criminalística, reglamentos y directivas; a fin de poder participar en la formulación de los informes periciales y técnicos para coadyuvar a la administración de justicia, participando como órganos de prueba para la ratificación y oralización de la pericia. Su rol es fundamental en la reconstrucción objetiva de los hechos, brindando asesoría técnica a fiscales y jueces y otros que la ley permita. Entre





sus funciones destacan la identificación de armas, comparación de proyectiles y casquillos, determinación de trayectorias, cálculo de distancias de disparo, análisis de funcionalidad de armas y participación en audiencias como perito oficial. Además, su labor requiere conocimientos interdisciplinarios de física, química, mecánica de armas, criminalística, derecho procesal y técnicas de documentación forense (Heard, 2008; Mattoo, 2011).

a) Importancia del mantenimiento de las armas de fuego

La manipulación adecuada por parte del perito balístico desde el inicio de su participación de un arma de fuego es esencial tanto para garantizar su funcionamiento seguro como para preservar sus características balísticas originales. Desde una perspectiva criminalística, el estado de conservación del arma puede proporcionar información crucial sobre su uso reciente, la preservación de restos de disparos, su manipulación indebida o posible modificación para ocultar actos delictivos realizados. Posterior a los estudios y análisis realizados, el mantenimiento regular incluye la limpieza y verificación del tubo cañón, mecanismo de disparo y la revisión de componentes mecánicos como el cerrojo, el percutor, un arma mal mantenida puede presentar fallos de disparo, lesiones en perito, disminución en la precisión, destrucción del arma y alteración en las marcas del proyectil y casquillo, lo que puede complicar la identificación balística.

b) Perspectiva criminalística del mantenimiento

Para el perito balístico, el mantenimiento del arma puede revelar aspectos relevantes en la investigación, tales como:

- i) Residuos de limpieza: la presencia de solventes, aceites o residuos químicos puede indicar que el arma fue limpiada recientemente, posiblemente para eliminar rastros balísticos o biológicos.
- ii) Desgaste de piezas: componentes como el cañón y el percutor pueden mostrar desgaste por uso excesivo, lo que puede modificar las características individuales del arma y generar marcas atípicas en el proyectil.
- iii) Evidencia de manipulación o extracción de piezas: la alteración en el estado original del arma, como modificaciones en el cañón o reemplazo de piezas, puede ser indicio de un intento de burlar el cotejo balístico.

Asimismo, la alteración del estado original del arma de fuego, como modificaciones en el cañón o el reemplazo de piezas, puede ser indicio de un intento de burlar el cotejo balístico. Asimismo, la extracción de piezas tales como la aguja percutora, el martillo percutor, el muelle principal, etc., no debe impedir la obtención de muestras experimentales por parte del perito balístico del arma inculpada, quien debe agotar todos los medios para esta práctica. Esto se puede lograr a través del banco de muestras o con piezas compatibles. Por ejemplo, si el arma no posee aguja percutora, se reemplazará dicha pieza y se obtendrán únicamente proyectiles experimentales. En el caso de que se hubieran extraído el martillo percutor o el muelle principal, se procederá a reemplazar tales piezas para luego obtener tanto casquillos como proyectiles experimentales.

- iv) Verificación de carga: comprobar siempre que el arma esté descargada antes de iniciar cualquier peritaje, manipulación con guantes con la finalidad de evitar daños en el perito durante el examen y pruebas realizadas a la muestra: El arma debe ser almacenada en cajas de cartón individuales, debidamente rotuladas, protección personal, además el uso de gafas, protectores auditivos y chaleco de seguridad durante pruebas de disparo controladas, área de trabajo en pruebas experimentales con la debida seguridad y protección



c) Control de armas de fuego

Las armas incluyen la documentación rigurosa sobre su estado al momento de la incautación y durante todo el proceso de custodia. Este control es fundamental para garantizar la cadena de custodia y evitar posibles impugnaciones en el proceso judicial, además en el ejercicio profesional del perito balístico, la ejecución de las labores periciales debe realizarse de manera estrictamente entre peritos y de manera objetiva y científica, sin la presencia de personas ajenas a la actividad científica. Esta regla no solo responde a criterios de buena práctica, sino que se sustenta en principios fundamentales de la criminalística, la cadena de custodia y el debido proceso legal (UNODC, 2015; INMLCF, 2020).

Permitir la presencia de individuos no peritos dentro del laboratorio incluso en calidad de observadores representa una violación directa del principio de inalterabilidad de la evidencia. La evidencia balística, como casquillos, proyectiles o vestigios adheridos, puede contaminarse fácilmente con partículas externas, residuos biológicos o incluso huellas latentes, lo que compromete su autenticidad. La sola proximidad de una persona no acreditada puede provocar interferencias que alteren los resultados del análisis o generen elementos falsamente atribuibles al evento criminal. Asimismo, se infringe el principio de autoría pericial y responsabilidad técnica, ya que el perito o los peritos forenses es el único responsable del manejo, análisis e interpretación de los indicios (Salinas, 2020). La presencia de terceros introduce incertidumbre sobre la trazabilidad del procedimiento, vulnerando la cadena de custodia y abriendo la posibilidad de que el informe pericial sea impugnado judicialmente por irregularidades en la conducción del examen (Ministerio Público, 2020).

Desde una perspectiva ética, dicha conducta compromete la imparcialidad y objetividad que deben regir toda actuación criminalística. El ingreso de una persona externa puede interpretarse como una injerencia o influencia indebida, debilitando la credibilidad institucional del laboratorio pericial (Houck y Siegel, 2023). Solo se exceptúan aquellas situaciones formalmente autorizadas y documentadas, como auditorías internas, observaciones académicas con fines educativos o asistencia de técnicos auxiliares registrados, quienes no deben participar activamente ni alterar el desarrollo del análisis. En consecuencia, el perito debe desempeñar sus funciones de forma autónoma, responsable y técnica, garantizando que toda observación y conclusión sea atribuible exclusivamente a su intervención profesional, sin contaminación externa de tipo humano, físico o procedimental.

5) Clasificación de la balística forense

La balística forense se divide en seis grandes ramas, cada una de ellas encargada de analizar distintos momentos del disparo o aspectos del proyectil:

a) Balística interior

Examina los fenómenos mecánicos, químicos y físicos que ocurren dentro del arma de fuego desde el instante en que se acciona el disparador, accionando los mecanismos internos del armazón para generar el movimiento de la aguja percutora a fin de golpear el fulminante del cartucho y este a su vez produce la deflagración de la pólvora, provocando que el proyectil abandona el cañón, denominándose a este proceso tren de disparo. Este campo estudia la ignición del fulminante, la combustión de la pólvora, la generación de gases de alta presión, la aceleración del proyectil, la fricción con el ánima rayada y el efecto giroscópico que estabiliza su vuelo. Sus resultados afectan directamente la velocidad inicial, la precisión y la energía cinética del proyectil al salir del arma (Mattoo, 2011; Heard, 2008).



Figura 79

Dimensiones de la balística forense: física, química y mecánica



Nota. Las tres dimensiones del análisis balístico forense: mecánica se produce el impacto del fulminante permitiendo la (identificación de armas a través de las marcas en el casquillo y proyectil). química (deflagración de la pólvora y análisis de residuos), física (movimiento que permite el estudio de la trayectoria del proyectil), y Cada área aporta información clave para la reconstrucción de hechos y la individualización de las armas de fuego.

Figura 80

Etapas del ciclo de disparo en un arma de fuego semiautomática



Nota. Las nueve fases principales del ciclo de disparo, desde la percusión hasta la expulsión del casquillo. Cada etapa resalta los mecanismos químicos y físicos, involucrados en la generación, propulsión y liberación del proyectil, aspectos esenciales en el análisis balístico forense y la reconstrucción de hechos.

i) Funcionamiento del arma de fuego

El ciclo comienza cuando el percutor impacta el fulminante, iniciando una pequeña detonación que enciende la carga propulsora. La pólvora, al deflagrar, libera una gran cantidad de gases en fracciones de segundo, elevando la presión interna de forma explosiva. Este súbito incremento de presión actúa directamente sobre la base del proyectil, iniciando su aceleración a lo largo del ánima. Simultáneamente, el rayado helicoidal del cañón imprime el giro giroscópico necesario para estabilizar el proyectil en vuelo. Este conjunto de eventos ocurre en un tiempo extremadamente

breve (del orden de milisegundos), pero cualquier alteración en estos fenómenos puede afectar la precisión, la energía de impacto y la identificación posterior del disparo (Mattoo, 2011; Barceló, 2005).

ii) Presiones generadas durante el disparo

La combustión de la pólvora genera presiones que pueden superar fácilmente los 3.000 kg/cm², dependiendo del calibre, tipo de carga y diseño del arma. Por ejemplo, en cartuchos de fusil de alta potencia, como el 7.62 x 51 mm, las presiones de recámara superan los 55.000 psi (aprox. 3.800 kg/cm²). Esta presión se mantiene durante la fase inicial del desplazamiento, disminuyendo conforme el proyectil avanza por el cañón y el volumen de gases se expande. El control preciso de estas presiones es vital para la seguridad del arma y para evitar explosiones internas (overpressure) que podrían dañar tanto el arma como al tirador (Di Maio, 1999; Heard, 2008)

iii) Movimiento del proyectil en el ánima

Durante su recorrido por el ánima del cañón, el proyectil experimenta una aceleración constante, acompañada de fricción y del contacto directo con las estrías del rayado, las cuales le transfieren el movimiento giroscópico necesario para mantener su estabilidad aerodinámica. Este contacto imprime sobre el proyectil marcas características, denominadas estrías y campos, que constituyen elementos esenciales en la balística identificativa, al permitir la individualización del arma que efectuó el disparo. Asimismo, factores como la longitud del cañón, el número de estrías y el paso del rayado, medido en giros por pulgada o por milímetro, influyen directamente en la velocidad de salida y en la precisión balística (Mattoo, 2011; Heard, 2008).

iv) Velocidad del proyectil en boca de cañón

La velocidad inicial o velocidad en boca puede variar considerablemente entre armas cortas y largas. En pistolas calibre 9 mm, suele oscilar entre 330 y 400 m/s, mientras que en fusiles de alta velocidad puede alcanzar valores superiores a 900 m/s, como ocurre en el calibre 5.56 x 45 mm NATO. Esta velocidad inicial es determinante para la energía cinética del proyectil, su capacidad penetrativa, los efectos lesionales, así como la distancia máxima de vuelo (Di Maio, 1999; Barceló, 2005).

b) Balística exterior

La balística exterior se encarga del estudio del comportamiento del proyectil una vez que abandona el arma, analizando su trayectoria libre hasta el momento del impacto o la pérdida total de energía. Examina variables como la gravedad, la resistencia del aire, el viento, la temperatura, la presión atmosférica, así como los efectos de Coriolis y Magnus. Esta especialidad permite calcular trayectorias, establecer las posiciones relativas entre el tirador y la víctima, y estimar con precisión las distancias de disparo (Heard, 2008; Di Maio, 1999).

Desde la perspectiva criminalística, el conocimiento de estos factores resulta fundamental para los peritos forenses, ya que les permite reconstruir con mayor precisión la trayectoria de un disparo. Gracias a este análisis, es posible determinar la dirección del proyectil, por ejemplo, de adelante hacia atrás, de derecha a izquierda o de arriba hacia abajo, establecer si el disparo fue realizado a corta o larga distancia, calcular la ubicación del tirador, el ángulo de impacto e incluso identificar posibles desviaciones ocasionadas por el choque con objetos intermedios antes de alcanzar su objetivo (Balthazard, 1914; UNODC, 2020). Esta información resulta esencial en la escena del crimen, pues contribuye al esclarecimiento de los hechos y respalda las hipótesis formuladas durante el proceso investigativo.



Figura 81*Elementos y aplicaciones de la balística exterior en el análisis forense*

Balística exterior

Analiza el comportamiento del proyectil desde que abandona la boca del cañón hasta que impacta en el objetivo.



Factores que influyen:

- ↓ Gravedad y resistencia del aire
- ☁ Viento, humedad, temperatura y altitud
- ↻ Estabilidad por rotación (efecto giroscópico)
- Influencia del diseño del proyectil

Aplicación forense:

Permite realizar la reconstrucción de trayectorias
calcular la distancia y ángulo de disparo
y determinar si un proyectil puede haber sido desviado por un obstáculo

Nota. Elementos que afectan la trayectoria del proyectil tras abandonar el cañón (gravedad, aire, condiciones ambientales, rotación y diseño), así como las aplicaciones forenses de la balística exterior, incluyendo la reconstrucción de trayectorias y el cálculo de distancia y ángulo de disparo. Esta disciplina es esencial para interpretar dinámicas balísticas en investigaciones criminalísticas.

i) Trayectoria del proyectil

En condiciones ideales, la trayectoria adopta forma parabólica, resultado de la combinación de la velocidad inicial y la constante acción de la gravedad. Sin embargo, en la práctica, la curva real está modificada por factores aerodinámicos, la forma del proyectil, la rotación giroscópica y condiciones atmosféricas. La trayectoria es fundamental para calcular distancias de disparo, posiciones relativas de tirador y víctima, y para la reconstrucción de eventos balísticos forenses (Mattoo, 2011; Heard, 2008).

ii) Velocidad del proyectil en vuelo

A partir de la boca de fuego, la velocidad disminuye progresivamente debido a la resistencia del aire (drag). Esta desaceleración es mayor en proyectiles de baja densidad o de mal diseño aerodinámico. La velocidad en vuelo determina la energía residual al impacto y es fundamental para interpretar la capacidad lesiva a diferentes distancias (Barceló, 2005; Di Maio, 1999).

iii) Factores que intervienen en la trayectoria

Durante el vuelo balístico, el proyectil se encuentra sometido de forma continua a la interacción de múltiples factores físicos que modifican su trayectoria ideal. En primer lugar, la gravedad ejerce una





constante fuerza de atracción hacia el centro de la tierra, generando una caída progresiva del proyectil a lo largo de su recorrido, lo que determina su parábola descendente. Paralelamente, la resistencia aerodinámica, también conocida como fricción del aire, actúa como una fuerza opuesta al movimiento, desacelerando la velocidad horizontal del proyectil de manera gradual a medida que avanza, reduciendo su energía cinética disponible para el impacto (Heard, 2008).

Adicionalmente, el viento lateral o cruzado introduce desviaciones laterales en la trayectoria, dependiendo de la intensidad y dirección del viento con respecto a la línea de tiro. Estas desviaciones pueden ser particularmente significativas en disparos de media y larga distancia, donde pequeños cambios atmosféricos alteran notablemente el punto de impacto. Asimismo, factores ambientales como la temperatura, la humedad relativa y la presión barométrica afectan directamente la densidad del aire; a mayor densidad, mayor resistencia oponiéndose al avance del proyectil, y a menor densidad, el proyectil encuentra menor fricción, incrementando su alcance efectivo (Barceló, 2005).

Por último, en disparos de muy larga distancia, especialmente en aplicaciones militares o francotiradores especializados, debe considerarse también la rotación de la tierra (efecto Coriolis). Este fenómeno de desviación aparente provoca ligeros desplazamientos laterales del proyectil en función de la dirección del disparo, la latitud y la velocidad angular terrestre, convirtiéndose en un elemento relevante para la precisión extrema (Heard, 2008; Barceló, 2005).

iv) Estabilidad del proyectil en el aire

El giro giroscópico impartido por el rayado es indispensable para la estabilización del proyectil durante el vuelo. Un giro insuficiente o excesivo puede generar fenómenos de tumbé, precesión o nutación, afectando la precisión. Los proyectiles inestables presentan dispersión, desviaciones impredecibles e incluso desestabilización completa (Barceló, 2005; Mattoo, 2011).

i) Balística de larga distancia

En disparos superiores a los 500 metros, los pequeños efectos físicos se amplifican, obligando a considerar correcciones balísticas complejas. El cálculo de ángulos de elevación, velocidad del viento en capas, rotación terrestre y temperatura atmosférica son esenciales para francotiradores y peritajes especializados (Heard, 2008; Di Maio, 1999).

c) Balística de efectos

La balística de efectos también conocida como balística terminal es la rama de la balística encargada de estudiar el comportamiento y las consecuencias del proyectil al impactar un cuerpo, ya sea biológico (seres humanos, animales) o material (objetos inanimados como prendas, vidrios, estructuras). Este análisis permite comprender cómo la energía cinética del proyectil se transfiere al blanco, generando procesos de deformación, penetración, cavitación, fragmentación, rebote o deformación secundaria (Heard, 2008; Di Maio, 1999).

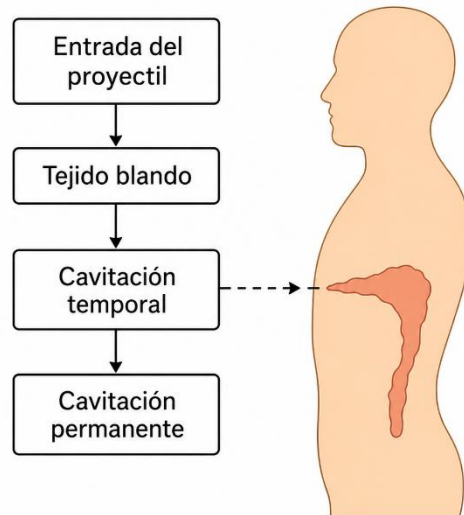
La importancia de la balística de efectos en el contexto criminalístico y pericial es fundamental, pues permite reconstruir aspectos esenciales del disparo, como distancia, posición relativa, tipo de proyectil empleado, trayectoria interna, ángulo de impacto y mecanismo de muerte. Cada interacción entre proyectil y blanco constituye un fenómeno físico único, condicionado por múltiples factores que deben ser analizados en conjunto para una correcta interpretación forense (Karger, 2008; Barceló, 2005).



Figura 82

Secuencia de impacto del proyectil en el cuerpo humano y sus implicancias forenses

Impacto del proyectil en el cuerpo humano



Nota. Trayecto del proyectil tras ingresar al cuerpo humano, describiendo etapas como la penetración en tejido blando, cavitación temporal y permanente, y la producción de lesiones internas y externas. Esta secuencia es fundamental para el análisis forense del daño, la determinación de ángulo y distancia de disparo, así como la reconstrucción del evento balístico. Adaptado de Di Maio (1999).

i) Mecanismos lesionales y cavitación

Cuando un proyectil impacta tejido humano, transfiere su energía cinética en función de su velocidad, masa, forma, deformación durante el impacto y resistencia del tejido. Este intercambio energético da origen a dos tipos de cavidades:

- (1) Cavity permanente, representa el canal físico real que abre el proyectil al atravesar los tejidos, generando ruptura celular directa, necrosis, desgarros y fracturas óseas. Su tamaño está directamente relacionado con el calibre y el diámetro del proyectil al atravesar el cuerpo, pudiendo ampliarse si el proyectil presenta deformación o fragmentación durante el recorrido (Di Maio, 1999; Heard, 2008).
- (2) Cavity temporal, corresponde a la expansión elástica de los tejidos adyacentes al canal de paso. Al recibir el impulso de los gases y la onda de choque, los tejidos blandos son desplazados hacia afuera, formando una cavidad transitoria de volumen considerablemente superior al canal permanente. Esta cavitación secundaria puede lesionar órganos no directamente atravesados por el proyectil, causando roturas vasculares, hemorragias internas y necrosis isquémica por la tensión súbita generada (Karger, 2008; Mattoo, 2011).

ii) Estudio de lesiones por proyectil de arma de fuego

El análisis forense de las lesiones permite establecer detalles esenciales de la dinámica del disparo. La morfología de las heridas, su localización, el tamaño de los orificios y las características del trayecto interno aportan información relevante sobre distancia, tipo de proyectil y posición del disparador los mismos que se fundamenta en teorías (Barceló, 2005).

(1) Teoría de los grandes orificios

Sostiene que los proyectiles que generan heridas amplias causan mayor daño, aceleran la pérdida de sangre y tienen mayor potencial de incapacitación, siendo preferidos los calibres como el .40 o superiores (Cibrián Vidrio, 2007). Esta teoría resalta la importancia de la cavidad y la energía cinética liberada dentro del cuerpo, especialmente cuando la bala no sale del organismo.

(2) Teoría de la transferencia de energía

Plantea que la efectividad del disparo se relaciona con cuánta energía cinética libera el proyectil al impactar. Un proyectil que no atraviesa el cuerpo, como la del calibre .22 L.R., puede ser más efectiva que una que lo perfora completamente, como la .38 Special (Cibrián Vidrio, 2007). Esta teoría favorece proyectiles livianos, de alta velocidad y punta expansiva. Ambas perspectivas son clave en medicina forense y balística, aunque no existe un patrón único de comportamiento aplicable a todos los casos.

(3) Orificio de entrada

El orificio de entrada generalmente presenta bordes regulares, circulares o elípticos dependiendo del ángulo de incidencia. Los bordes muestran un anillo de limpieza (collar de desgarr) generado por la fricción del proyectil al desprender residuos cutáneos y lubricantes del ánima. En disparos a corta distancia, es frecuente observar tatuaje (stippling), ahumamiento (blackening) o chamuscado de la piel, producto de los gases, llamas y residuos de pólvora no quemada (Di Maio, 1999; Karger, 2008).

El examen microscópico de estos residuos permite estimar la distancia de disparo mediante técnicas de reconstrucción balística, siendo fundamental para diferenciar entre homicidios, suicidios o accidentes. Por otro lado, en balística forense, los disparos a corta distancia pueden dejar patrones característicos en la piel de la víctima. Uno de los más reveladores es el orificio por disparo de contacto, cuya forma varía según el tipo de apoyo del cañón sobre el cuerpo.

- (a) El orificio por disparo de contacto se produce cuando la boca del cañón se encuentra apoyada directamente sobre la superficie de la piel. Este contacto puede clasificarse como firme, laxo, angulado o incompleto (Cibrián Vidrio, 2007).
- (b) Contacto firme: ocurre cuando la boca del cañón se presiona completamente contra la piel, lo que provoca bordes del orificio de entrada chamuscados por los gases calientes y ennegrecidos por el humo (Cibrián Vidrio, 2007).
- (c) Contacto laxo: se presenta cuando el cañón toca ligeramente la piel, dejando un espacio por el que se deposita humo alrededor del orificio de entrada (Cibrián Vidrio, 2007).
- (d) Contacto angulado: se da cuando el arma se apoya en ángulo agudo, permitiendo la fuga de gases y humo por el lado opuesto, lo cual genera quemaduras y ahumamiento excéntrico alrededor del orificio (Cibrián Vidrio, 2007).
- (e) Contacto incompleto: ocurre al disparar sobre superficies corporales irregulares, dejando una separación parcial entre el cañón y la piel, lo que produce una zona chamuscada y ennegrecida alrededor del impacto (Cibrián Vidrio, 2007).



(4) Orificio de salida

El orificio de salida, cuando existe, suele ser de mayor tamaño y morfología más irregular, producto de la pérdida de velocidad, deformación del proyectil y fracturas secundarias al atravesar el tejido. Sus bordes se encuentran habitualmente evertidos (hacia afuera) debido a la presión interna de salida. La ausencia de orificio de salida indica proyectiles alojados o fragmentados en el interior, mientras que su presencia puede complicar la interpretación si no se correlaciona con el trayecto exacto (Karger, 2008).

iii) Clasificación de lesiones

Las lesiones producidas por proyectil se clasifican de acuerdo al recorrido que realiza en el cuerpo:

- (1) Lesiones perforantes: el proyectil atraviesa completamente el cuerpo, dejando orificio de entrada y salida.
- (2) Lesiones penetrantes: el proyectil ingresa, pero queda alojado dentro del cuerpo, sin salida visible. Lesiones tangenciales: son superficiales, producto de impactos oblicuos o rozos, generando laceraciones lineales.
- (3) Lesiones de reingreso: ocurren cuando el proyectil, tras impactar una superficie o extremidad, penetra nuevamente en el cuerpo generando trayectorias adicionales (Barceló, 2005; Di Maio, 1999).

iv) Examen balístico en cuerpo humano.

El cuerpo humano actúa como medio receptor altamente sensible a las variables del disparo. El examen del orificio de entrada permite establecer el ángulo de penetración, la distancia de disparo, la energía transmitida y la deformación del proyectil. Los signos periféricos como el anillo de contusión (erosivo-contusivo), el tatuaje, el ahumamiento y el chamuscamiento aportan evidencia objetiva sobre la distancia de disparo y la dinámica del suceso (Di Maio, 1999). Los signos forenses clásicos, como el signo de Benassi (impregnación ósea en disparos dirigidos al cráneo), el signo de Hofmann (desgarro estrellado producido por la acción de gases intracavitarios), el signo de Puppe-Werkgartner (reproducción térmica de la boca de fuego) y el signo de Bonnet (cono interno de fractura craneal), constituyen hallazgos balísticos especializados que permiten precisar la distancia, dirección y ubicación del disparo.

(1) Lesiones por disparo a corta distancia

Se considera un disparo a corta distancia aquel efectuado a menos de 50 centímetros del objetivo. En estas condiciones, los residuos de pólvora, los gases calientes y las partículas incandescentes alcanzan el cuerpo junto con el proyectil, generando lesiones características de este tipo de disparo.

(a) Ahumamiento

Es el depósito de hollín y partículas de combustión alrededor del orificio de entrada, se presenta como una zona oscura y difusa, fácilmente removible al limpiar la piel, indica que el disparo se realizó desde una distancia donde el hollín expulsado aún conserva temperatura y capacidad de adherencia, se aprecia en disparos efectuados a una distancia de entre 0 y 5 cm. en armas cortas y a hasta aproximadamente 10 cm entre la boca del cañón y la superficie de la piel.



(b) Chamuscamiento

Corresponde a la quemadura cutánea provocada por el calor directo de los gases de combustión generados al momento del disparo. Se manifiesta mediante enrojecimiento e incluso ampollas y, en casos de disparos extremadamente cercanos, el oscurecimiento o carbonización de la piel. Este efecto, conocido también como chamuscamiento propiamente dicho, es permanente y no desaparece al limpiar la superficie cutánea. Suele observarse en disparos realizados a distancias de entre 0 y 3 cm en armas cortas, y de hasta aproximadamente 7 cm en armas largas, medidos desde la boca del cañón hasta la superficie impactada.

(c) Tatuaje

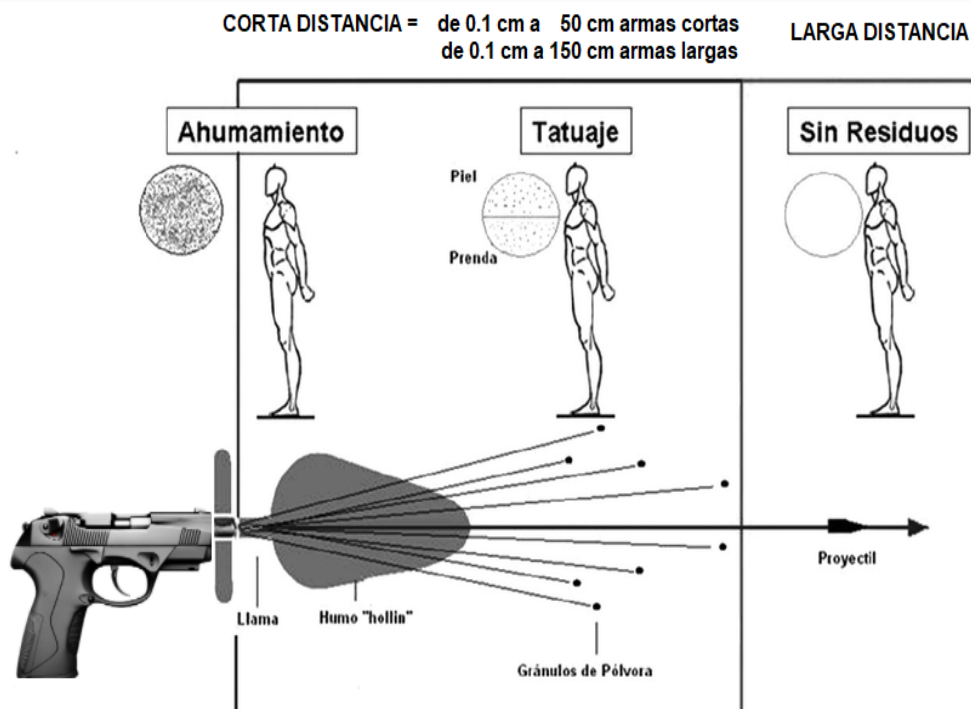
El tatuaje está constituido por pequeños puntos oscuros incrustados en la piel, originados por granos de pólvora no quemada. A diferencia del ahumamiento, este no desaparece al limpiar la superficie, ya que las partículas se introducen en las capas superficiales de la epidermis. El patrón que forma puede aportar información valiosa sobre la distancia del disparo, observándose generalmente en impactos efectuados a una distancia no mayor de 50 centímetros entre la boca del cañón y la superficie cutánea.

(d) Falso tatuaje

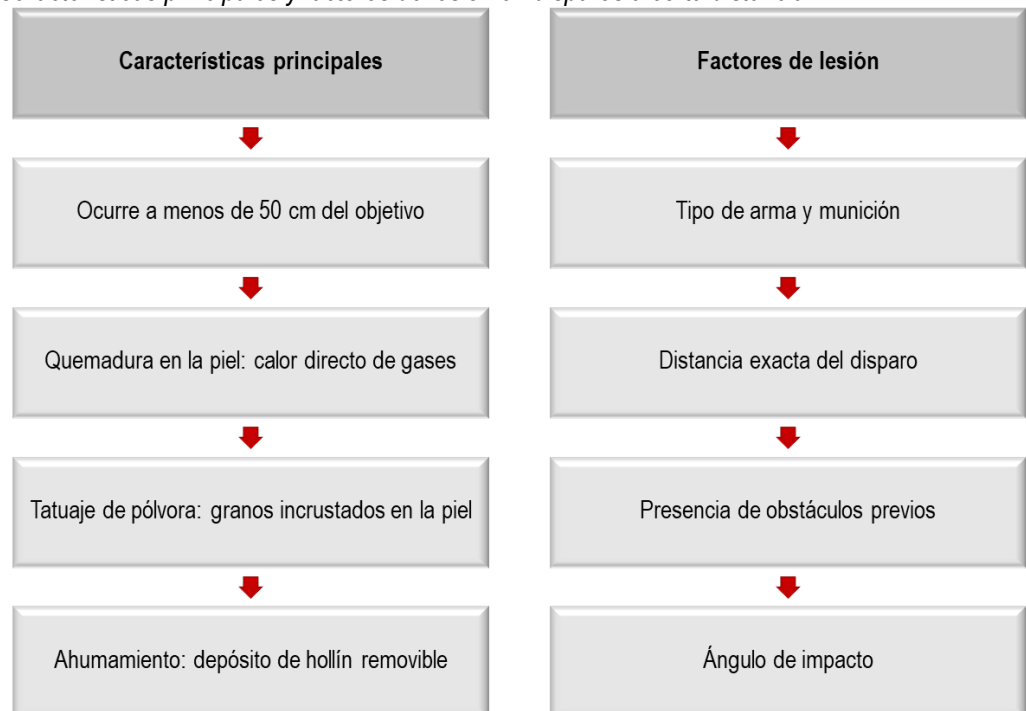
Está conformado por gránulos de pólvora que no logran adherirse firmemente a la superficie y, por tanto, pueden desprenderse con facilidad; se clasifica en:

Figura 83

Esquema de los efectos de corta y larga distancia en disparos



Nota. Imagen ilustrativa donde se describen los efectos del disparo a corta y larga distancia: chamuscamiento (genera la llama) ahumamiento, tatuaje y ausencia de residuos. Se observan los residuos de pólvora y hollín sobre la piel y prendas, diferenciando las zonas de impacto según la distancia. Este análisis es fundamental para la determinación pericial de la distancia de disparo en investigaciones criminalísticas.

Figura 84*Características principales y factores de lesión en disparos a corta distancia*

Nota. La figura sintetiza los principales signos de lesiones por disparo a menos de 50 cm, tales como quemaduras, tatuaje de pólvora y ahumamiento, además de los factores que influyen en la gravedad y tipo de daño: tipo de arma y munición, distancia, obstáculos y ángulo de impacto.

(2) Signos característicos de disparos a corta distancia

Los signos forenses específicos permiten determinar si el disparo se realizó desde una distancia corta o de contacto directo.

(a) Signo de hoffman

Se presenta cuando el disparo se realiza en contacto directo con la piel o en zonas donde esta se encuentra firmemente adherida al hueso. La acción de los gases de combustión, que se expanden desde el interior hacia el exterior, provoca desgarros cutáneos de forma estrellada, acompañados de quemaduras y ahumamiento ocasionados por el fogonazo y el humo de la pólvora, respectivamente. Este signo suele observarse en disparos efectuados a una distancia no mayor de dos a tres centímetros. En estos casos, el orificio de entrada suele ser de mayor tamaño que el de salida.

(b) Signo de Benassi

Es una mancha de carbonización localizada en la superficie interna del hueso, generalmente en regiones anatómicas con un plano óseo subyacente, como las costillas, el omóplato, la tibia o el cráneo. Este fenómeno ocurre cuando los gases calientes del disparo penetran en el tejido óseo, generando una zona negruzca en el punto de impacto. Es característico de los disparos efectuados a boca tocante sobre la cabeza.

Benassi lo describió en 1924 como un halo de humo fino, concéntrico y superficial, visible cuando el arma fue firmemente apoyada sobre el hueso. Posteriormente, autores como Hoffman-Haberda, Cueli y Bonnet ampliaron su estudio, señalando que también puede observarse en la cara interna del hueso y en la duramadre. El anillo aparece con mayor

frecuencia en disparos temporales, siempre que exista contacto íntimo entre el cañón y la superficie ósea. Además del aspecto macroscópico visible, existe una versión microscópica del signo, identificable mediante análisis histológico. Su persistencia depende del tipo de pólvora utilizada y del grado de contacto del arma con la piel.

(c) Signo de Puppe-Werkgartner

Corresponde a la marca visible que deja la boca del cañón sobre la piel en el momento del disparo. El impacto produce una huella circular rodeada de un hematoma, originada cuando el cañón presiona la superficie cutánea antes de la detonación. Alrededor del orificio se observa generalmente un halo de ahumamiento y/o un anillo de color rojo pálido.

En algunos casos, también puede reproducirse parcialmente la forma de la boca de fuego o del extremo del arma, resultado de la acción combinada del calor generado por el recalentamiento del cañón y de la fuerza mecánica del impacto.

(d) Signo de Bonnet

Consiste en la formación de un cono de fractura ósea con un cráter de mayor diámetro en la superficie interna del cráneo, producido por la entrada de un proyectil de arma de fuego. Este fenómeno ocurre en regiones anatómicas con un plano óseo subyacente, como el cráneo, donde en la tabla externa puede observarse un anillo de ahumamiento o ennegrecimiento por residuos de humo, lo que permite identificar el orificio de entrada del proyectil.

En algunos casos, este hallazgo se asocia al signo de Benassi, debido a la carbonización ósea característica en el área de impacto.

(e) Signo de Chavigny

También conocido como signo de la fisura craneana, fue descrito en 1923 por Chavigny y Gelma. Se caracteriza por la presencia de fisuras que irradian desde el orificio de entrada del proyectil en el cráneo. Este hallazgo constituye un indicio altamente sugestivo de que el disparo fue realizado a muy corta distancia o con el cañón del arma directamente apoyado sobre la superficie corporal.

(f) Signo de Hofmann-Haberda

Fue descubierto en 1919 por los científicos que le dan nombre. Se manifiesta como un anillo de ahumamiento ubicado en la cara interna del hueso craneano, producto de un disparo realizado a muy corta distancia.

Durante años existió confusión sobre la autoría y localización exacta de este y otros signos forenses relacionados, hasta que en el Congreso de Viena se esclareció la diferencia: el signo de Benassi corresponde al ahumamiento en la parte externa del cráneo, mientras que el signo de Hofmann-Haberda se limita exclusivamente a la superficie interna.



Figura 85

Lesiones craneoencefálicas y signos periciales en disparo a cañón aplicado



Nota. Imagen ilustrativa de un caso forense con disparo a cañón aplicado en la cabeza, evidenciando los principales signos periciales: 1) Signo de Hoffman (boca mina de Hoffman), 2) Signo de Puppe-Werkgartner y 3) Signo de Benassi. Estos hallazgos permiten la identificación de la distancia y tipo de disparo, fundamentales para la reconstrucción del hecho y el análisis médico-legal.

Figura 86

Signos forenses característicos en lesiones por disparo a corta distancia

Signos



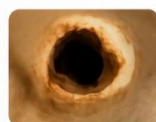
1. Signo de Hoffman



2. Signo de Benassi



3. Signo de Puppe-Wendt



4. Signo de Bonnet

Nota. Principales signos forenses que permiten identificar disparos a corta distancia, incluyendo el signo de Hoffman (marca en la piel por presión de gases), signo de Benassi (carbonización en la tabla ósea interna, típico en disparos a la cabeza) y signo de Puppe-Wendt (impronta del cañón y hematoma peri-orificial por contacto directo y signo de Bonnet se forma un cono con cráter interno (cráneo)).

(3) Características de las lesiones de salida

(a) Bordes irregulares y desgarrados:

El proyectil pierde estabilidad al atravesar el cuerpo, provocando un orificio de salida mayor y con bordes irregulares, es común que el diámetro sea superior al del orificio de entrada, especialmente si el proyectil se deformó.

(b) Ausencia de residuos de pólvora:

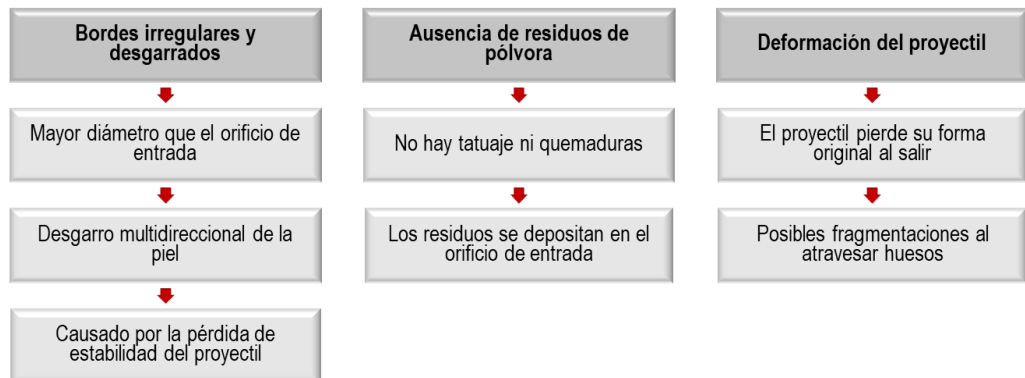
No hay tatuaje ni quemaduras, ya que los residuos se depositan en el orificio de entrada.

(c) Fragmentación del proyectil:

Si el proyectil se fragmenta al impactar en el hueso, la lesión de salida presenta múltiples orificios pequeños alrededor del principal.

Figura 87

Características forenses de las lesiones de salida producidas por proyectiles



Nota. Principales signos de las lesiones de salida: bordes irregulares y desgarrados, ausencia de residuos de pólvora y deformación del proyectil. Estas características permiten diferenciar el orificio de salida del de entrada.

(4) Evaluación orgánica.

La evaluación orgánica en balística forense es el análisis detallado del impacto del proyectil en los órganos y tejidos humanos. Este proceso permite determinar el grado de lesión interna, la trayectoria del proyectil dentro del cuerpo y las consecuencias fisiopatológicas del impacto. Es esencial para reconstruir el evento balístico y establecer el mecanismo de la lesión.

(a) Fisiopatología del impacto balístico

(i) Energía cinética y transferencia de energía:

La gravedad de la lesión provocada por un proyectil depende principalmente de la energía cinética que el proyectil tiene al momento de impactar el cuerpo. Esta energía determina la capacidad del proyectil para causar daño a los tejidos y órganos internos.

Fórmula de la energía aplicada a proyectiles balísticos, que se describe líneas adelante, consiste en calcular la energía cinética (E_k) de un proyectil, en función de su masa (m) y velocidad (v) al momento del impacto. Este concepto es fundamental en balística forense para estimar el poder de penetración y daño potencial del proyectil sobre el blanco.



Figura 88*Fórmula de la energía aplicada a proyectiles balísticos*

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Donde:

 E_k = Energía cinética (julios, J) m = Masa del proyectil (kilogramos, kg) v = Velocidad del proyectil al momento del impacto (metros por segundo, m/s)**(b) Interpretación en balística forense**

- (i) Dependencia de la masa: a mayor masa del proyectil, mayor será la energía cinética si la velocidad se mantiene constante.

Ejemplo: una bala de 10 gramos a 300 m/s tendrá menos energía que una de 20 gramos a la misma velocidad.

- (ii) Dependencia de la velocidad: la energía cinética aumenta cuadráticamente con la velocidad, Esto significa que duplicar la velocidad cuadruplica la energía cinética.

Ejemplo: un proyectil a 600 m/s tendrá cuatro veces más energía cinética que el mismo proyectil a 300 m/s.

- (iii) Efecto hidrodinámico: los órganos con alto contenido de agua (como el hígado y el cerebro) sufren un efecto hidrodinámico, donde la energía causa una onda expansiva que rompe los tejidos circundantes.

(c) Tipos de daño orgánico

- (i) Desplazamiento tisular: es el movimiento violento de los tejidos causado por la onda de choque del proyectil.

Los tejidos elásticos (como los músculos) pueden expandirse y volver a su forma, mientras que los órganos menos flexibles (como el hígado) se rompen fácilmente.

- (ii) Cavitación temporal: la cavidad temporal puede ser 20 veces mayor que el diámetro del proyectil, se forma inmediatamente tras el impacto y colapsa rápidamente, produce hematomas difusos y rotura de vasos sanguíneos.

- (iii) Cavitación permanente: es el canal definitivo que deja el proyectil después de colapsar la cavidad temporal, representa el trayecto permanente de la bala y su diámetro depende de la deformación del proyectil.

- (iv) Daño óseo: los huesos reaccionan de manera diferente dependiendo de su densidad y posición.

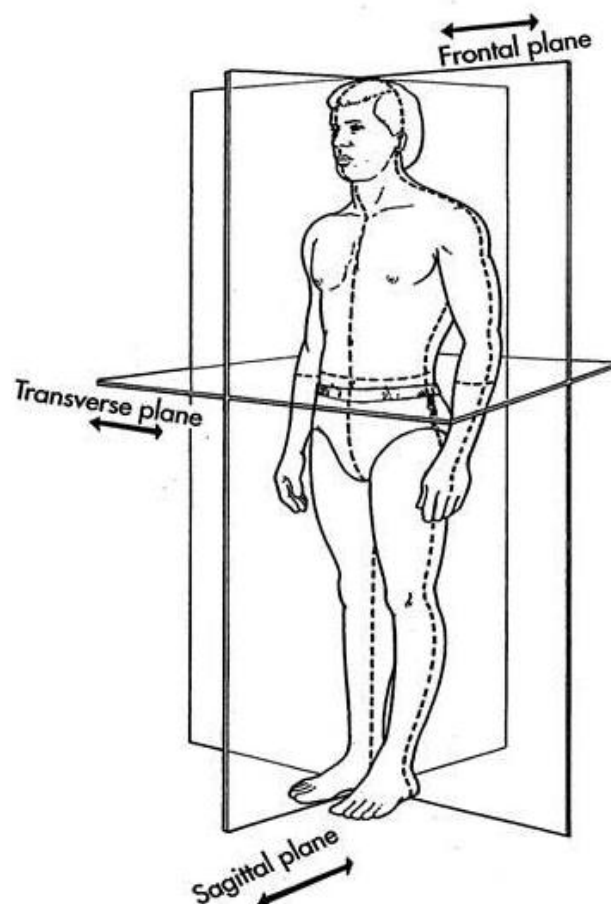
- (v) Fracturas conminutas: el hueso se fragmenta en múltiples partes, común en disparos de alta velocidad.

- (vi) Fracturas lineales: se observan en huesos largos y delgados.



- (vii) Fracturas en telaraña: comunes en disparos al cráneo, donde la energía radial provoca grietas concéntricas.
- (viii) Hematomas internos: se producen debido a la ruptura de vasos sanguíneos cercanos a la trayectoria del proyectil, los hematomas indican el punto de mayor transferencia de energía, los mismos que son útiles para determinar el recorrido subcutáneo del proyectil.
- (ix) Plano topográfico: el plano topográfico del cuerpo humano es una representación gráfica que utiliza líneas imaginarias para dividir el cuerpo en diferentes regiones, facilitando su estudio, descripción y localización anatómica. Estos planos permiten ubicar con precisión estructuras, lesiones o trayectorias de proyectiles durante un examen médico forense o anatómico, favoreciendo una comunicación clara y objetiva entre profesionales de la salud, peritos y científicos forenses. Los principales planos topográficos incluyen el plano sagital (divide en derecho e izquierdo), coronal o frontal (divide en anterior y posterior) y transversal (divide en superior e inferior). Su empleo es esencial en balística forense para describir trayectorias y orificios, y en medicina legal para la documentación de lesiones y procedimientos periciales.

Figura 89
Planos topográficos del cuerpo humano



Nota. Representación esquemática de los principales planos anatómicos: plano sagital (divide el cuerpo en derecha e izquierda), plano frontal o coronal (divide en anterior y posterior), y plano transversal (divide en superior e inferior). Estos planos permiten una ubicación precisa de lesiones y trayectorias balísticas en el estudio forense y médico-legal.

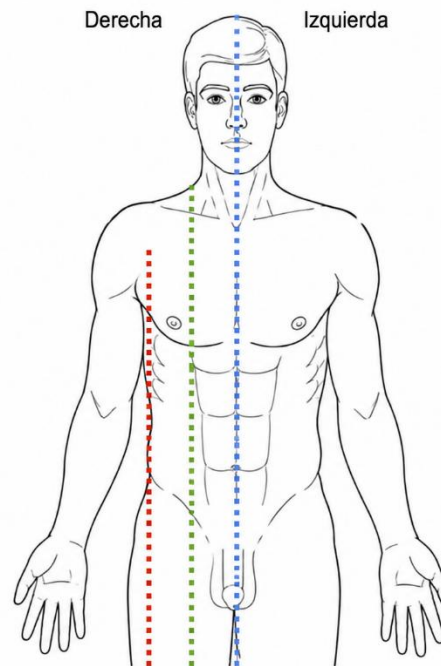


Figura 90

Líneas topográficas del plano anterior y posterior del cuerpo humano

Líneas del plano anterior

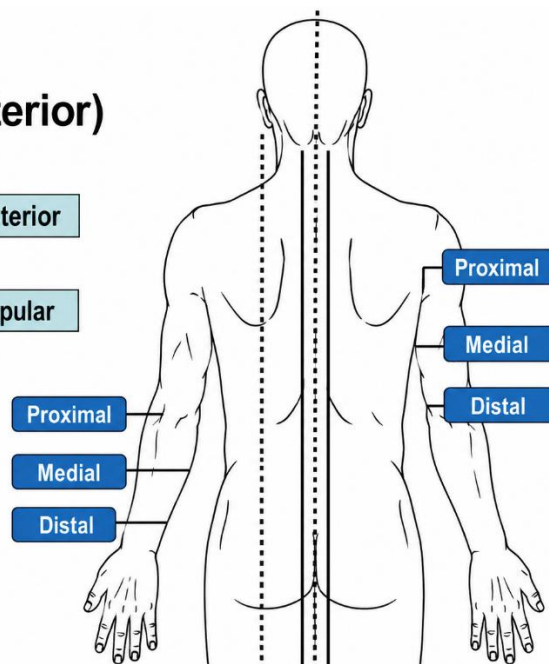
- Línea media anterior (sagital)
- Línea medio claviclar
- Línea media axilar



Líneas (plano posterior)

Línea media posterior

Línea medioescapular



Nota. Esquema de las líneas anatómicas del plano anterior: línea media anterior (sagital), línea medio claviclar y línea media axilar. Estas referencias anatómicas son esenciales para la descripción precisa de lesiones en informes periciales y procedimientos médicos legales.



Figura 91

Líneas topográficas del plano posterior y anterior del cuerpo humano

Líneas plano posterior

Izquierda

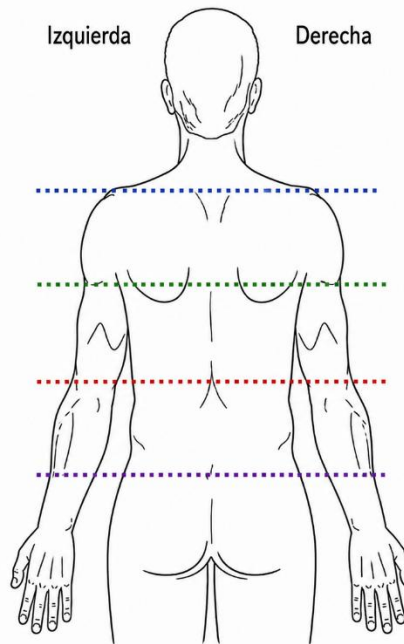
Derecha

..... Línea interacromial

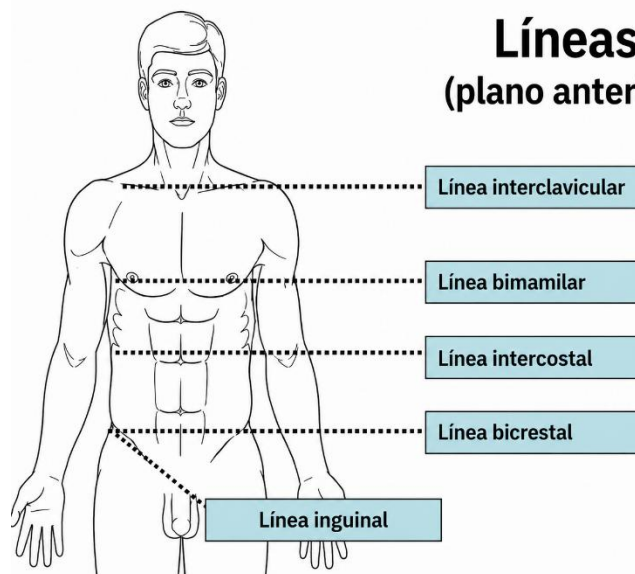
..... Línea interescapular

..... Línea intercostal

..... Línea bicrestal



**Líneas
(plano anterior)**



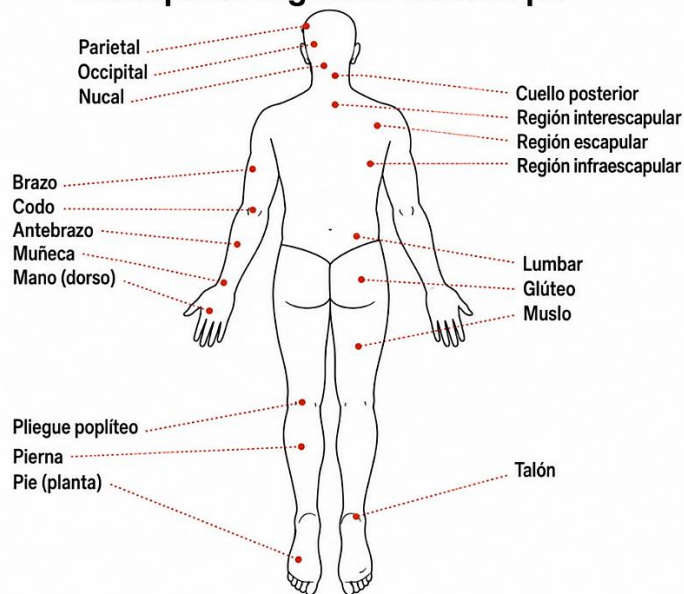
Nota. Representación gráfica de las principales líneas anatómicas en el plano posterior y anterior: con sus respectivas líneas. Su identificación es fundamental en la localización y descripción forense de lesiones y trayectorias proyectiles en la región dorsal del cuerpo.



Figura 92

Principales regiones anatómicas de la cara posterior del cuerpo humano

Principales regiones del cuerpo



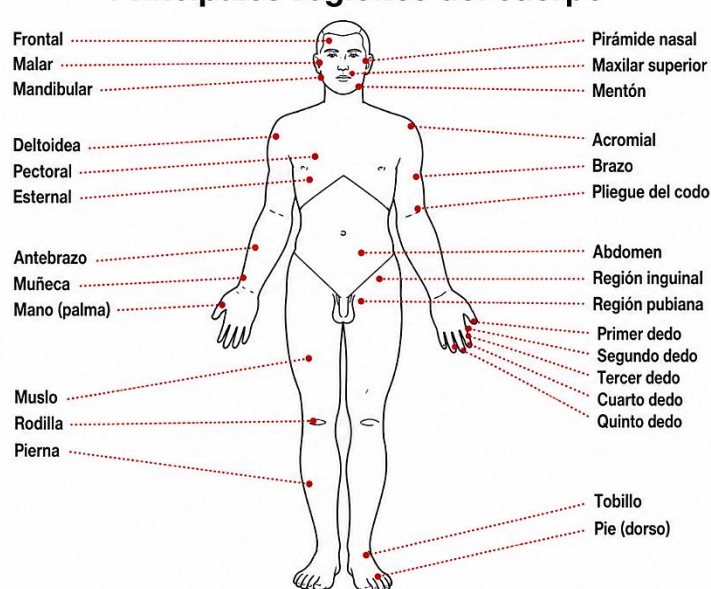
Cara posterior

Nota. Regiones anatómicas más relevantes en la cara posterior del cuerpo, incluyendo parietal, occipital, nucal, brazo, codo, antebrazo, muñeca, mano (dorso), pliegue poplíteo, pierna, pie (planta), cuello posterior, región interescapular, región escapular, región infraescapular, lumbar, glúteo, muslo y talón. Esta referencia es esencial para la descripción y localización precisa de lesiones en el ámbito forense.

Figura 93

Principales regiones anatómicas de la cara anterior del cuerpo humano

Principales regiones del cuerpo



Cara anterior

Nota. Principales regiones anatómicas de la cara anterior del cuerpo, tales como frontal, malar, mandibular, deltoidea, pectoral, antebrazo, muñeca, mano (palma), muslo, rodilla, pierna, pirámide nasal, maxilar superior, mentón, acromial, brazo, pliegue del codo, abdomen, región inguinal, región pubiana, dedos del pie y tobillo. Este tipo de referencia es fundamental para la descripción y localización exacta de lesiones en informes médicos y periciales.



v) Examen en vidrios

En el ámbito de la balística forense, el análisis de los impactos sobre superficies vítreas constituye una herramienta esencial para la reconstrucción técnica de los hechos. Cuando un proyectil impacta un vidrio, la energía transferida genera un patrón fractal de quiebre característico, cuya morfología permite establecer la dirección del disparo, la velocidad de impacto, la energía residual del proyectil, la existencia de rebotes y el orden de los disparos realizados (Barceló, 2005; Heard, 2008).

El vidrio, por su estructura amorfa, presenta baja elasticidad y elevada fragilidad, lo que provoca que la energía transmitida no se disipe de forma uniforme, sino que se distribuya generando fracturas específicas. La configuración del daño dependerá de variables como el tipo de vidrio, su espesor, el ángulo de incidencia, la forma, masa y velocidad del proyectil, así como las condiciones estructurales del soporte que lo contiene (Di Maio, 1999).

El examen pericial del vidrio permite distinguir tres tipos principales de fractura balística: concéntricas, radiales y de baja velocidad, cada una con implicancias directas en la reconstrucción criminalística.

Figura 94

Orificio de entrada en vidrio producido por proyectil con fracturas concéntricas y radiales



Nota. Típico orificio de entrada en un cristal, caracterizado por bordes más regulares y fracturas radiales y concéntricas, utilizado frecuentemente en estudios de balística forense.

Figura 95

Orificio de salida en vidrio



Nota. Orificio de salida originado por disparo de proyectil en vidrio, observándose desprendimiento de forma escalda, con fracturas radiales y concéntricas características del paso de un proyectil a través de este material.



Tabla 2

Clasificación de fracturas en vidrio por impacto de proyectil y su relevancia forense

Tipo de fractura	Característica principal	Importancia forense
Fracturas concéntricas	Anillos circulares alrededor del impacto	Permiten valorar energía residual y establecer la dinámica posterior al impacto
Fracturas radiales	Líneas rectas tipo estrella desde el centro	Permiten determinar orden cronológico de los impactos
Fracturas por baja velocidad	Orificios más pequeños, irregulares, con escasas fracturas	Indican pérdida de energía, rebote o impacto final a baja velocidad

Nota. Principales tipos de fracturas en vidrio producidas por proyectiles, resaltando sus características y su importancia para la interpretación de la dinámica balística.

(1) Fracturas concéntricas

Las fracturas concéntricas, también conocidas como fracturas anulares, son aquellas que se generan en forma de anillos alrededor del punto central de impacto. Este tipo de fractura aparece tras la formación inicial de las fracturas radiales. La flexión de los fragmentos de vidrio, combinada con la presión residual ejercida por la energía de impacto, produce estas grietas circulares que rodean el centro del orificio (Barceló, 2005).

El número y extensión de los anillos concéntricos están estrechamente relacionados con la cantidad de energía que aún conserva el proyectil al momento de atravesar el vidrio. De este modo, disparos de alta velocidad tienden a generar un mayor número de fracturas concéntricas, mientras que los de baja velocidad producen anillos más reducidos y limitados (Heard, 2008).

Desde el punto de vista forense, estas fracturas aportan elementos clave no solo para estimar la energía del impacto, sino también para correlacionar trayectorias, establecer secuencias de disparo superpuestos y aportar evidencia sólida en peritajes de reconstrucción de hechos armados.

(2) Fracturas radiales

Las fracturas radiales constituyen la primera manifestación estructural tras el impacto del proyectil sobre el vidrio. Estas fracturas emergen directamente desde el punto de impacto y se propagan hacia la periferia siguiendo trayectorias rectas o levemente curvas, configurando el clásico patrón de "estrella" alrededor del orificio (Mattoo, 2011). Su formación responde a la flexión inicial que experimenta el vidrio al ser impactado, curvándose primero en el sentido del impacto y, posteriormente, fracturándose desde el lado opuesto a la cara que recibió el golpe directo. Estas líneas de fractura tienden a ser más largas y numerosas cuanto mayor es la energía transmitida por el proyectil (Barceló, 2005).

Desde la perspectiva balística forense, las fracturas radiales permiten establecer el orden cronológico de múltiples disparos: cuando un segundo proyectil impacta un vidrio ya fracturado, las nuevas fracturas radiales se interrumpen al encontrarse con las fracturas preexistentes, posibilitando reconstruir la secuencia exacta de los disparos (Heard, 2008). Esta característica es de suma importancia en investigaciones que involucran intercambios de disparos o secuencias múltiples en enfrentamientos armados.



(3) Fracturas por proyectil a poca velocidad

Cuando el proyectil ha perdido gran parte de su energía cinética antes de impactar el vidrio, ya sea por largas distancias, impactos previos o rebotes, el patrón de fracturación resultante difiere notablemente de los anteriores. En estas circunstancias, el orificio de entrada suele ser más pequeño y presenta bordes relativamente regulares o ligeramente irregulares (Heard, 2008). La propagación de fracturas radiales y concéntricas suele ser limitada, con escaso desarrollo hacia la periferia debido a la baja energía residual. En ocasiones, el proyectil ni siquiera logra perforar el vidrio, generando solo un abombamiento o astillamiento superficial. Si logra perforarlo, puede formarse un pequeño cráter estrellado con algunas líneas radiales poco extensas (Barceló, 2005).

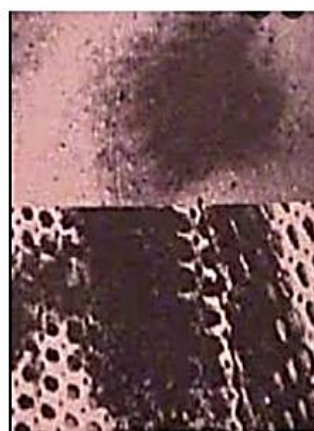
Este patrón es característico de los impactos de baja velocidad, como los proyectiles sub-sónicos, los perdigones pequeños, los proyectiles deformados tras rebotes o los impactos indirectos producidos por objetos de baja masa lanzados con fuerza moderada. En la investigación criminalística, este análisis permite inferir no solo la velocidad del proyectil al momento del impacto, sino también posibles trayectorias previas, ángulos de rebote, pérdida de velocidad en obstáculos intermedios y reconstrucción de disparos indirectos (Karger, 2008).

vi) Examen en prendas

Las prendas funcionan como filtros intermedios que pueden conservar restos de pólvora, humo, fibras quemadas, residuos metálicos y deformaciones de tejido. Su análisis aporta información adicional, sobre todo en disparos a corta distancia. Signos como el calcado de Bonnet (reproducción del patrón textil), el deshilachamiento de Nerio Rojas (desgarro cruciforme de la tela) y la escarpela de Camilo Simonin (doble anillo de humo) constituyen indicadores clásicos de disparos a contacto o proximidad (Barceló, 2005). El estudio de las prendas puede confirmar o contradecir versiones testimoniales, siendo de gran relevancia en investigaciones de enfrentamientos policiales, homicidios o simulación de hechos.

Figura 96

Signos de disparo en prendas textiles: signo del calzado (bonnet), signo del deshilachamiento crucial y signo de la escarpela



Signo del calzado (bonnet)



Signo del deshilachamiento crucial



Signo de la escarpela

Nota. Imagen comparativa de los signos forenses clásicos en prendas textiles asociadas a disparos a corta distancia, útiles para la reconstrucción balística y la determinación de la distancia y ángulo de disparo.

- (1) **Signo del deshilachamiento crucial**, descrito por Nerio Rojas en 1929, se presenta cuando un disparo se realiza a muy corta distancia, es decir, a boca de jarro o a quemarropa. En estos casos, el impacto en la prenda deja un orificio característico, desgarrado en forma de cruz, lo que le da su nombre.

Además, en los bordes del desgarramiento es común encontrar signos de quemadura o presencia de hollín, como resultado de los gases calientes y residuos que acompañan al disparo a tan corta distancia.

- (2) **El signo de la escarapela**, también conocido como signo de Simonin, se observa en disparos realizados a boca de jarro con armas de fuego cortas. Este fenómeno se manifiesta en la cara interna de la prenda que cubre la piel, justo alrededor del orificio de entrada.

Lo característico es la forma en que el humo generado por la combustión de la pólvora se deposita: primero, una zona oscura de color negro o grisáceo rodea directamente la pérdida de sustancia; a esta le sigue un anillo más claro, y finalmente una tercera zona periférica de tonalidad nuevamente oscura.

Esta distribución concéntrica le da el aspecto de una escarapela, de donde proviene su nombre.

- (3) **El signo del calcado**, descrito por Bonnet y Cueli, indica que el disparo fue realizado con el cañón del arma directamente apoyado sobre el cuerpo. Este fenómeno se presenta cuando hay una prenda superpuesta a otra, y la inferior es de tela blanca.

En estos casos, el humo generado por el disparo atraviesa la primera capa de ropa y se deposita sobre la tela blanca subyacente, reproduciendo con precisión el entramado del tejido superior, como si se hubiese calcado su diseño.

Es importante tener en cuenta que este signo no siempre se manifiesta, ya que su aparición depende del tipo de tela utilizada en la vestimenta. Por ejemplo, en prendas de algodón como los polos, este patrón de calcado solo se formaría si el disparo se realizó a muy corta distancia o con el cañón directamente aplicado sobre el cuerpo.

vii) Impactos en estructuras metálicas

Al examinar impactos de bala en estructuras metálicas, como las de un vehículo, es posible identificar con claridad la dirección del disparo, aunque no siempre se puede determinar con precisión el calibre si no se recuperan proyectiles o casquillos.

Los efectos dependen de múltiples factores como el tipo de proyectil, su velocidad, dureza y el material impactado. Las balas encamisadas y veloces tienden a penetrar más, mientras que las blandas o lentas se deforman al impactar.



Figura 97

Efectos balísticos en carrocería de vehículos: orificios de entrada, salida, tangenciales e impactos



Nota. Tipos de orificios producidos por proyectiles en carrocerías de vehículos, destacando orificios de entrada, de salida, impactos internos y orificios tangenciales. Este tipo de evidencia gráfica es fundamental en la reconstrucción de hechos y en la determinación de trayectorias balísticas en investigaciones criminalísticas de campo.

d) Balística de reconstrucción de hechos

La reconstrucción balística de hechos es la disciplina forense especializada que tiene como finalidad reproducir, mediante métodos científicos, el desarrollo dinámico de un evento de disparo, integrando para ello los principios de la física, la mecánica de fluidos, la medicina forense y la criminalística aplicada. Su objeto principal es esclarecer la mecánica de los disparos, identificar posiciones relativas de víctimas y agresores, determinar trayectorias, distancias de disparo, cantidad de disparos efectuados y establecer si existen o no coincidencias con las versiones declaradas de los intervinientes (Haag y Haag, 2011; Heard, 2008).

A diferencia de la simple identificación del arma o la munición, la reconstrucción balística opera bajo una lógica de integración sistémica de todas las ramas balísticas (interior, exterior, terminal e identificativa). Cada una de ellas aporta parámetros medibles: desde la presión de disparo, la aceleración inicial, el comportamiento del proyectil en el vuelo, su penetración en tejidos y objetos, hasta su deformación, pérdida de energía, rebotes o detenciones finales (Di Maio, 1999).

Este tipo de pericia permite al experto transformar la evidencia física objetiva recolectada en un escenario balístico, como los orificios de entrada y salida, los patrones de trayectorias, los residuos de disparo, los impactos en objetos intermedios, los fragmentos recuperados y las posiciones de los intervinientes, en una hipótesis técnica comprobable, que podrá ser contrastada ante el órgano jurisdiccional (Heard, 2008).

La reconstrucción balística de hechos constituye una de las áreas más complejas, integradoras y especializadas dentro de la criminalística moderna. Se define como el proceso técnico-científico mediante el cual se analizan, interpretan y reproducen los eventos balísticos ocurridos en un escenario criminal, con el fin de establecer de forma objetiva la mecánica de los disparos, posiciones relativas,





trayectoria de los proyectiles, número de disparos, dinámica de los actores intervinientes y la verificación o refutación de las versiones declaradas (Haag y Haag, 2011; Heard, 2008; Di Maio, 1999).

A diferencia del análisis puramente identificativo o clasificatorio de proyectiles y casquillos, la reconstrucción balística exige una integración multidisciplinaria de conocimientos:

- Balística interior (funcionamiento del arma y producción de gases),
- Balística exterior (trayectoria de vuelo y desplazamiento aerodinámico),
- Balística terminal (efectos en tejidos y materiales),
- Balística operativa (dinámica del uso de las armas en contextos reales),
- Balística identificativa (asociación del proyectil con un arma específica)

Y además conocimientos de medicina forense, física aplicada, geometría, análisis experimental y modelización 3D.

Como señalan Haag y Haag (2011), “la reconstrucción balística es, en esencia, el punto de encuentro entre todas las ramas balísticas para traducir la evidencia técnica en un relato objetivo de los eventos de disparo.”

i) Importancia de la reconstrucción balística

La experticia balística reconstructiva adquiere particular relevancia en investigaciones de:

- Homicidios con arma de fuego.
- Suicidios dudosos.
- Enfrentamientos armados (civiles, policiales o militares).
- Tiroteos múltiples y ejecuciones extrajudiciales.
- Accidentes de caza o disparos fortuitos.
- Situaciones de legítima defensa o uso proporcional de la fuerza.

La correcta reconstrucción permite definir con alto grado de certeza aspectos determinantes como: ¿Quién disparó primero? ¿Desde dónde se efectuaron los disparos? ¿Qué posiciones ocupaban víctima y victimario? ¿Qué distancia separaba a ambos? ¿Existieron obstáculos intermedios? ¿Se produjeron rebotes o desvíos de trayectoria? ¿Fue posible el número de disparos reportado?

En muchos casos, la reconstrucción balística constituye el elemento técnico más fuerte del análisis pericial, capaz de sostener o desmontar una hipótesis acusatoria o defensiva (Heard, 2008; Mattoo, 2011; Di Maio, 1999).

ii) Principios científicos fundamentales

- El desarrollo de la reconstrucción balística debe respetar rigurosamente los principios básicos de la criminalística, que han sido universalmente aceptados en la literatura pericial internacional (Saferstein, 2011; Gardner y Bevel, 2009):
- Principio de correspondencia de Locard: toda interacción física entre arma, proyectil y blanco deja señales o vestigios interpretables.



- Principio de reproducibilidad experimental: la dinámica del disparo puede replicarse experimentalmente para comprobar hipótesis.
- Principio de objetividad pericial: los resultados deben fundarse exclusivamente en evidencia física observable y mensurable.
- Principio de causalidad balística: cada efecto de impacto tiene una causa física explicable a través de las leyes de movimiento, energía y resistencia de materiales.
- Principio de integración interdisciplinaria: la reconstrucción requiere sumar conocimientos de balística, medicina forense, física, geometría espacial y análisis de evidencia material.

iii) Relevancia del enfoque experimental comparativo

Una característica distintiva de la reconstrucción balística es su fuerte apoyo en la experimentación controlada, reproducida bajo condiciones equivalentes a las halladas en el escenario real (Heard, 2008; Haag y Haag, 2011). Este enfoque incluye:

- Uso de armas idénticas o de similares características.
- Municiones de igual marca, calibre y carga.
- Blancos equivalentes (telas, vísceras sintéticas, vidrio de seguridad, etc.).
- Replicación de ángulos de disparo, distancia y obstáculos.
- Registro exhaustivo de resultados para comparación objetiva. Instrumentos a utilizarse.

(1) Kit buscador de trayectorias láser

(a) Descripción del equipo

Se emplea en la reconstrucción de disparos a larga distancia, ya que cuenta con herramientas de precisión para determinar con exactitud la trayectoria de los proyectiles y la ubicación de su punto de origen.

(b) Componentes principales

Maletín, puntero láser balístico, varillas de penetración, varillas multicolores fotográficas, montaje universal de trípode, buscador de ángulo balístico y tira color anaranjado para trayectoria

(c) Uso

Primero se debe revisar el maletín, verificando la integridad y el correcto funcionamiento de todos sus componentes, como el trípode, el puntero láser balístico, el buscador de ángulo y los accesorios. Luego, es necesario registrar tanto la hora de llegada como la hora de ingreso a la escena.

A continuación, se procede a montar el trípode fotográfico y acoplar el montaje universal. Una vez instalado, se fija el puntero láser balístico en los orificios preformados, de modo que el haz se proyecte a través del orificio de bala. Posteriormente, se coloca el buscador de ángulo balístico en el trípode si las condiciones lo requieren y, utilizando su imán de base, se determina el ángulo de la trayectoria desde un punto vertical.



Seguidamente, se proyecta la trayectoria y se documenta su materialización mediante fotografías, notas y croquis. Finalmente, se ingresa a la escena utilizando traje protector para evitar la contaminación, portando el equipo necesario y continuando con la recolección de datos conforme al protocolo pericial.

(d) Observar, describir y perennizar la escena

Identificar y registrar los orificios de entrada (OE), salida (OS), reingreso (OR), rebote e impactos producidos por proyectiles de arma de fuego (PAF), según corresponda.

Estos indicios deben localizarse tanto en superficies fijas, como paredes, techos, pisos, columnas o ventanas, como en superficies móviles o trasladables, tales como muebles, vidrios, vehículos, sillas, estantes, escritorios, neumáticos y puertas.

(i) Orificio de entrada

Registrar y describir con exactitud la ubicación del orificio de entrada, salida, reingreso, rebote e impactos producidos por proyectiles de arma de fuego (PAF). Asimismo, estimar el posible calibre del arma empleada, procurando en todo momento evitar la alteración o manipulación del orificio.

(ii) Orificio de salida

Identificar y registrar los proyectiles, casquillos y demás elementos balísticos presentes, utilizándolos como puntos de referencia para el uso del equipo pericial.

Recabar información de los involucrados y testigos con el fin de confirmar o descartar la dinámica, posición y ubicación relativa entre el agresor, el arma, la víctima y los impactos producidos.

Colocar el trípode universal ajustando su altura en relación con el orificio de entrada del proyectil de arma de fuego (PAF), de modo que el haz de luz del láser se alinee y atraviese dicho orificio. Aplicar el spray de forma continua, de atrás hacia adelante y viceversa, para facilitar la visualización del rayo láser y proceder a su documentación.

Utilizar el buscador de ángulo balístico para medir el ángulo de incidencia, lo que permitirá determinar con precisión la trayectoria seguida por el proyectil. Este dispositivo también puede emplearse de manera independiente según las necesidades del análisis.

Colocar los anillos perforados en las varillas fotográficas de penetración e insertar la tira de trayectoria de color para materializar la dirección del proyectil, tras haber medido previamente el ángulo de incidencia. Introducir las varillas multicolores por el orificio de entrada del proyectil y atravesarlas hasta el orificio de salida; a continuación, prolongar la trayectoria con la tira fosforescente para estimar la ubicación aproximada del punto de origen del disparo.

Realizar la inspección técnico-balística con detenimiento, evitando procedimientos apresurados que puedan inducir a errores en la materialización de la trayectoria; documentar fotográficamente y perennizar todas las acciones del perito.





Registrar la hora de salida de la escena y elaborar el informe técnico balístico de inspección con todas las mediciones, observaciones, evidencias y conclusiones.

(e) Personal a cargo del equipo

El manejo del kit exige, como mínimo, un equipo de tres personas con formación básica en investigación de la escena del crimen, balística forense y preservación de evidencias. El personal deberá estar debidamente capacitado y acreditado por especialistas en estas áreas. Cuando la escena ha sido alterada, incompleta o contaminada, la experimentación controlada ofrece una herramienta válida para suplir lagunas probatorias y reconstruir posibles escenarios.

(f) Factores que debe considerar

La reconstrucción balística exige la consideración simultánea de múltiples variables técnicas que afectan directamente el comportamiento del disparo. Entre ellas destacan: la velocidad inicial del proyectil, su masa, coeficiente balístico, calibre, forma geométrica, tipo de propulsor, distancia de vuelo, incidencia de la gravedad, resistencia aerodinámica, desviaciones por viento, ángulos de incidencia sobre los blancos y efectos lesionales secundarios sobre tejidos biológicos o materiales (Heard, 2008; Haag y Haag, 2011).

Adicionalmente, el perito debe analizar los factores propios del escenario, como las dimensiones espaciales, la presencia de obstáculos intermedios, la posibilidad de rebotes, desvíos o fragmentación secundaria, y finalmente los patrones anatómicos en la víctima, si existiera lesión corporal (Karger, 2008; Di Maio, 1999).

iv) Metodología de la reconstrucción balística.

La metodología de la reconstrucción balística parte de un principio esencial: toda hipótesis técnica debe sustentarse en la evidencia física observable y en experimentación controlada. La reconstrucción de hechos no consiste en suposiciones teóricas sino en reproducir las condiciones físicas del suceso, valiéndose de procedimientos periciales estandarizados, instrumental especializado y técnicas de análisis validadas (Haag y Haag, 2011; Heard, 2008). El protocolo metodológico general comprende las siguientes etapas sistemáticas:

- (1) Inspección ocular técnico-criminalística de la escena: documentación completa de todos los indicios balísticos presentes en el lugar, incluyendo posición de proyectiles, casquillos, impactos, manchas hemáticas, lesiones corporales y ubicación de los intervinientes.
- (2) Fijación planimétrica y fotográfica profesional: todo levantamiento debe registrarse gráficamente mediante fotografía forense (ángulo recto, escala métrica, macrofotografía de detalle), croquis, videos y modelos tridimensionales, a fin de preservar la disposición exacta de los elementos balísticos hallados.
- (3) Recolección y cadena de custodia: el levantamiento de proyectiles deformados, vainas servidas, fragmentos de vidrio, prendas perforadas, impactos en estructuras o mobiliario, debe realizarse garantizando la trazabilidad completa de los elementos recolectados (Gardner y Bevel, 2009).
- (4) Análisis preliminar de los impactos: determinación in situ de trayectorias preliminares mediante varillas indicadoras, láseres forenses o hilos tensados.





- (5) Reproducción experimental controlada: realización de disparos comparativos en condiciones reproducidas utilizando armas similares, municiones iguales, blancos equivalentes, y replicación de distancias, ángulos y obstáculos.
- (6) Elaboración del modelo técnico: combinación de datos geométricos, balísticos, anatómicos y materiales para la formulación de hipótesis balísticas verificables.
- (7) Validación cruzada de hipótesis: todo modelo debe ser cotejado contra los hallazgos médicos forenses, testimoniales, huellas de sangre y trayectoria de proyectiles.

Este proceso metodológico permite reducir los márgenes de error, fortalecer la objetividad pericial y brindar al juzgador un análisis técnico sustentado científicamente (Heard, 2008; Haag y Haag, 2011).

v) Levantamiento y documentación técnica de la escena

La recolección inicial de los indicios balísticos constituye una de las fases más críticas de la reconstrucción de hechos. Un deficiente levantamiento de la escena puede comprometer gravemente la integridad de la prueba pericial posterior (Gardner y Bevel, 2009).

El perito balístico debe asegurarse de registrar meticulosamente, la posición exacta de los casquillos y proyectiles en el suelo, así como los orificios de entrada y salida en estructuras fijas o móviles, de igual forma impresiones de impactos en vidrios, muebles, vehículos o paredes, también trayectorias cruzadas entre impactos múltiples, obstáculos intermedios existentes y posiciones anatómicas de las víctimas o testigos en el momento de los disparos.

Cada hallazgo debe estar referenciado en planos métricos, acompañados de registros fotográficos secuenciales desde múltiples ángulos, con escala visible y control de iluminación.

vi) Datos periciales balísticos, médicos y materiales

La reconstrucción balística exige no solo el análisis geométrico de las trayectorias, sino también el procesamiento integral de múltiples fuentes de evidencia:

- (1) Datos anatómicos forenses: características de los orificios de entrada, salida, trayectorias intracorporales, fracturas óseas, cavitación, desgarros viscerales y trayectoria lesional interna.
- (2) Datos materiales: características de perforación en superficies sólidas, rotura de vidrios, impactos en puertas, muros, vehículos, mobiliario.
- (3) Datos textiles: análisis de orificios en prendas de vestir, presencia de residuos de pólvora en tejidos, tatuajes en fibras y signos específicos de disparo en tela (Bonnet, Rojas, Simonin).
- (4) Datos balísticos primarios: tipo de proyectil, deformación, pérdida de masa, fragmentación, dirección del estriado, calibre recuperado.
- (5) Datos posicionales: altura de impactos, inclinación de trayectorias, desviaciones por rebote, obstáculos intermedios.
- (6) Datos ambientales: distancia entre actores, posición de obstáculos, condiciones de visibilidad, configuración del escenario físico (Karger, 2008; Di Maio, 1999; Heard, 2008).



e) Balística identificativa

La balística identificativa es la que se encarga de hacer el estudio de las marcas de herramientas dejadas por el tubo cañón sobre el proyectil las mismas que van hacer vistas en forma macroscópica, de igual manera la aguja percutora, block de cierre, expulsor y otros componentes mecánicos dejan grabadas en la base del casquillo, que va servir para realizar una identificación personalizada del arma, del cual provienen estas marcas, además se ocupa de analizar las huellas únicas que el arma imprime sobre el proyectil y el casquillo, producto de las irregularidades microscópicas de los componentes internos del arma (cañón, percutor, extractor, expulsor, cierre). A través del uso de microscopios comparativos, el perito puede establecer correspondencias balísticas, determinando si un proyectil fue disparado por un arma específica (Biasotti y Murdock, 2004; Heard, 2008).

i) Identidad de armas, proyectiles y casquillos

El análisis para la identidad de proyectiles y casquillos es donde la científicidad se expresa en toda su dimensión por lo que son los pilares de la balística forense. El objetivo principal es identificar el arma de fuego utilizada mediante el estudio de marcas balísticas únicas. Para ello, el laboratorio cuenta con tecnología avanzada que permite observar las características individuales dejadas en el proyectil al ser disparado.

(1) Identidad de armas

Es un procedimiento técnico que garantiza el cumplimiento de los estándares legales y de fabricación. Su fin es asegurar la identificación única del arma y su ajuste a las normativas internacionales de seguridad. Criminalísticamente, permite verificar su procedencia legítima y contrastarla con los registros oficiales. Las armas homologadas se identifican mediante marcas indelebles como el número de serie, la marca del fabricante, el modelo, el calibre y el país de origen. Un sello oficial de homologación certifica finalmente su legalidad. Estas marcas se aplican mediante técnicas de grabado que aseguran su permanencia.

(2) Identificación de armas

Es un procedimiento forense orientado a determinar si un arma específica fue utilizada en un hecho delictivo. Este proceso se basa en el análisis de las características de clase e individuales que el arma imprime sobre los casquillos y proyectiles durante el disparo.

(a) Valor pericial

El rayado helicoidal presente en el ánima del cañón de un arma de fuego, no es solo un elemento mecánico destinado a estabilizar el proyectil; desde una perspectiva criminalística, constituye una de las fuentes más ricas de evidencia identificativa.

Su valor pericial reside en la capacidad de transferir al proyectil un conjunto de marcas únicas e irrepetibles, resultado no solo del diseño industrial, sino también del desgaste, la corrosión y el uso prolongado del arma. Estas marcas, conocidas como características individuales, se comportan como una especie de "firma balística" del arma, permitiendo establecer una correlación técnica y científica entre el proyectil disparado y el cañón que lo generó.

El valor pericial del rayado se concreta en el proceso de cotejo balístico, donde se analizan sistemáticamente las características de clase (número de estrías, campos, su dirección, forma y paso) y las características individuales (microdefectos, rebabas, desgastes únicos).



Este procedimiento, avalado por estándares internacionales como los de la AFTE y NIST, constituye una de las pruebas más sólidas en el ámbito forense, siempre que se realice bajo condiciones controladas y por peritos debidamente certificados.

(b) Características de clase

Son aquellas que identifican a un grupo de armas que comparten especificaciones comunes de fabricación. Incluyen: calibre, diámetro interno del cañón, número de estrías; cantidad de líneas talladas en el cañón, paso de las estrías; distancia necesaria para completar una vuelta del rayado, sentido de giro; dextrógiro (derecha) o levógiro (izquierda).

Estas características permiten acotar el universo de armas sospechosas, facilitando el análisis comparativo en las fases iniciales de la investigación.

Mientras que las de subclase son marcas intermedias producidas por herramientas usadas en la fabricación, que pueden repetirse en varias piezas, pero distintas a las individuales.

(c) Características individuales

Son aquellas que hacen única a cada arma debido al desgaste, el uso o defectos de fabricación. Incluyen: marcas del percutor; huella única generada en el fulminante del cartucho, marcas de la recámara; impresiones dejadas en la base del casquillo, estrías del proyectil; huellas dejadas por el rayado helicoidal en el cañón, marcas del extractor y eyector, se observan en la base del casquillo expulsado.

Estas marcas permiten una identificación balística positiva, ya que pueden compararse mediante microscopía comparativa con proyectiles disparados en pruebas controladas (AFTE, 2022), por lo que las formas de herramientas en casquillos y proyectiles:

(3) Características individuales en casquillos

(a) Formas de percusión

- (i) Percusión circular: Este tipo de percusión es de forma circular.
- (ii) Percusión circular con reflujo: Este tipo de percusión es de forma circular, a ello se suma un arrastre singular
- (iii) Percusión semicircular: Este tipo de percusión es de forma semicircular.
- (iv) Percusión elíptica: Este tipo de percusión tiene forma de una elipse y regularmente viene acompañado de flujo de retorno similar a un rectángulo.
- (v) Percusión rectangular: Este tipo de percusión tiene forma de un rectángulo bien definido, a diferencia del elíptico no presenta flujo de retorno alrededor del cráter de la percusión.
- (vi) Percusión anular rectangular: Este tipo de percusión es de forma rectangular y se ubica en la periferia del culote.
- (vii) Percusión anular: Este tipo de percusión pueden ser de forma circular, triangular o rectangular y se ubica en la periferia del culote.
- (viii) Percusión artesanal: Este tipo de percusión se puede visualizar como un cráter amorfo, acorde a la ocasionada por un objeto que simule la función de una aguja percutora.



(b) El extractor y eyector

Los mecanismos de extracción y expulsión de las armas semiautomáticas, automáticas y algunas de repetición dejan marcas visibles sobre los casquillos, especialmente en la zona cilíndrica y el culote. Estas huellas se codifican según la posición del reloj, ignorando su forma. Por ejemplo, si la marca del extractor aparece a las 3 en punto, indica que el mecanismo está al costado derecho del cerrojo, como en los fusiles AK-47, AR-15 o la pistola Desert Eagle. Algunas armas tienen extractores a las 12 (como la Raven P-25) o a las 2 (como la Taurus PT92AF), e incluso doble extractor a las 3 y 9, como la escopeta Mossberg 500AB.

(c) El expulsor

Las marcas dejadas por el expulsor suelen localizarse en una posición opuesta a la del extractor, comúnmente alrededor de las 7 u 9 en punto, y aparecen sobre la periferia del culote del casquillo. Este expulsor es una barra metálica cuya forma y tamaño varían según el modelo del arma, y normalmente está fijado al receptor, armadura o cajón de mecanismos en armas automatizadas. Su función es expulsar el casquillo fuera del arma después del disparo. Una vez identificada la marca del extractor, se procede a ubicar la del expulsor, codificándola también según las posiciones del reloj. En algunos casos, cuando el arma no cuenta con eyector independiente, este papel lo asume el percutor, lo cual se indica con el código PIN.

(d) Placa de cierre o apoyo

Cuando se percute un cartucho en la recámara de un arma de fuego, los gases generados impulsan el proyectil hacia el exterior por la boca del cañón, mientras que el casquillo es proyectado con fuerza hacia la placa de cierre. Debido a que el casquillo está hecho de un metal más blando que el bloque del cerrojo, termina registrando las marcas características de dicha placa. Estas impresiones, que se observan en el fulminante y el culote del casquillo, son únicas para cada arma y permiten su identificación, especialmente en armas semiautomáticas, automáticas y de repetición. En el caso de los revólveres, estas marcas se generan sobre la placa de apoyo. Las formas que adoptan dichas huellas permiten su clasificación y codificación para análisis comparativo en balística forense.

- (i) Placa de cierre paralelo: se observa en forma de líneas paralelas y se identifica con la letra.
- (ii) Placa de cierre circular: se observa en forma de líneas circulares y se identifica con la letra.
- (iii) Placa de cierre lisa: se observa sin marcas y se identifica con la letra.
- (iv) Placa de cierre granular: se observa en forma de protuberancias y se identifica con la letra.
- (v) Placa de cierre en cruz: se observa en forma de líneas cruzadas y se identifica con la letra.
- (vi) Placa de cierre en arco: se observa en forma de líneas en forma de arco y se identificó con la letra.



(4) Características en proyectiles

El proceso para identificar el arma de fuego que disparó un proyectil en una investigación criminalística de campo inicia con un examen físico detallado del proyectil. Este análisis permite obtener datos fundamentales como el diámetro, el peso y el estilo (es decir, la forma y los materiales del proyectil), con el fin de determinar el calibre nominal al que pertenece. No obstante, es necesario tener en cuenta algunos factores que pueden dificultar esta identificación inicial, como la deformación del proyectil por impacto contra superficies duras, su diseño particular (punta blanda, hueca, de plomo, etc.) o la pérdida de masa provocada por la fragmentación. Además, el examen físico busca identificar cuatro características clave los mismos que proporcionan la información necesaria para avanzar en la identificación balística del arma involucrada.

La cantidad de campos y estrías, la orientación del rayado, la amplitud de los campos, la amplitud de las estrías, rayado interior y en el cañón, corte de la estría, giro del proyectil y estrías y campos

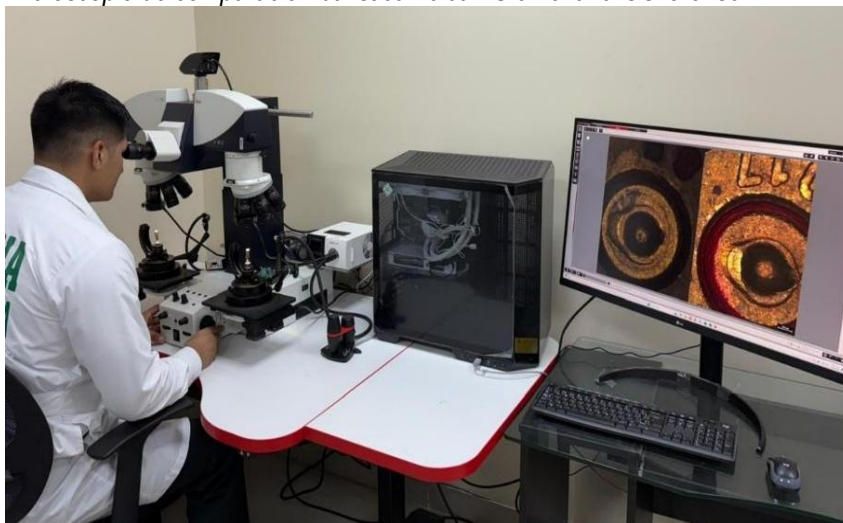
Por lo general, el ancho del campo suele ser menor que la de la estría, aunque esta regla no se cumple en todos los casos. Es importante recordar que el campo es la parte del ánima que deja una marca profunda en el cuerpo del proyectil disparado, mientras que la estría deja una marca en relieve. Este detalle es fundamental al realizar un análisis de las características generales del rayado, conocido como GRC (General Rifling Characteristics), los mismos que se le denomina cuando es hacia la derecha (dextrógiro), hacia la izquierda (levógiro) y poligonal, cuando presenta la ausencia de la demarcación de los campos-estrías.

ii) Microscopía de comparación y equipos

El uso de microscopios de comparación permite identificar coincidencias balísticas entre proyectiles disparados por la misma arma. La técnica se fundamenta en que cada arma deja marcas individuales irrepetibles en el proyectil y casquillo, el cual se fundamenta el principio de certeza.

Figura 98

Microscopio de comparación balística Leica FS en el análisis forense



Nota. Perito utilizando el microscopio de comparación balística Leica FS. Este equipo permite comparar simultáneamente huellas y microestriaciones en casquillos y proyectiles, lo que facilita el cotejo balístico, la identificación de armas de fuego y el vínculo de evidencia balística en investigaciones criminales.



(1) Principios de la identidad balística forense

La identidad balística es el proceso científico mediante el cual se establece que un proyectil o casquillo fue disparado por un arma determinada. Este procedimiento exige el cumplimiento de principios técnicos rigurosos que garantizan la fiabilidad de los resultados. Estos principios, reconocidos por organismos internacionales como la AFTE, el NIJ y el ENFSI, guían al perito en cada etapa del análisis comparativo y determinan la validez del informe pericial presentado ante instancias judiciales.

Figura 99

Principios fundamentales de la identidad balística forense



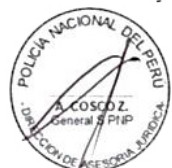
Nota. La imagen presenta los principios esenciales que guían la identificación balística en el ámbito forense: individualización, validación científica, verificación inter-perito, documentación técnica exhaustiva, capacitación científica continua, discernibilidad, correspondencia suficiente y reproducibilidad. Estos principios aseguran la confiabilidad y validez de las conclusiones periciales.

(a) Principio de individualización

Establece que cada arma de fuego posee características únicas que se reflejan en las marcas dejadas sobre los proyectiles y casquillos. Estas marcas derivan de defectos microscópicos formados durante el proceso de fabricación, el uso prolongado y el desgaste natural. A través de la comparación balística, el perito identifica dichas marcas y puede atribuir, con un alto grado de certeza, un elemento balístico a un arma específica. Esta individualidad es considerada el “ADN balístico” del arma, por lo que su identificación resulta crucial en la resolución de casos criminales (Sellier y Kneubuehl, 2001; AFTE, 2020).

(b) Principio reproducibilidad

Implica que un arma debe ser capaz de reproducir sus marcas de manera constante sobre diferentes elementos balísticos. Esta regularidad es la que permite al perito realizar disparos testigo y compararlos con la evidencia recolectada en la escena del crimen. La reproducción constante de las mismas huellas permite descartar el azar como fuente de coincidencias, garantizando que los resultados puedan ser replicados por otro perito bajo las mismas condiciones (NIJ, 2019; NIST, 2020).



(c) Principio de correspondencia suficiente o “sufficient agreement”

Principio de correspondencia suficiente o “sufficient agreement” Este criterio, propio de la doctrina AFTE, sostiene que la identificación es válida cuando el conjunto y patrón de coincidencias entre dos elementos excede lo que se esperaría de armas distintas, y coincide con lo que se observa entre elementos disparados o percutidos por la misma arma. Este principio no se limita a contar marcas, sino que considera su ubicación, orientación, nitidez y persistencia de las mismas, es decir cantidad, continuidad y calidad, aplicando una valoración integral a dichos patrón de microlesiones. Su aplicación práctica exige experiencia del perito y documentación exhaustiva de todas las coincidencias observadas (AFTE, 2020; ENFSI, 2022).).

(d) Principio de discernibilidad

Exige que las marcas observadas sean clara y objetivamente visibles. No basta con que el perito afirme una identificación; es imprescindible que las coincidencias sean perceptibles por cualquier otro experto y, en algunos casos, comprensibles incluso para los operadores jurídicos. Esto garantiza la transparencia y evita identificaciones forzadas. Cuando las condiciones técnicas impiden observar las marcas con claridad ya sea por fragmentación, deformación o contaminación, el informe debe considerar una conclusión, evitando afirmaciones sin respaldo visual verificable (NIST, 2020).

(e) Principio de validación científica

Constituye uno de los requisitos fundamentales de admisibilidad pericial conforme a los estándares Daubert, Frye. Toda técnica o protocolo utilizado debe estar previamente validado, es decir, debe existir evidencia empírica de su eficacia, margen de error y aplicabilidad.

El perito debe emplear tecnologías aceptadas internacionalmente, tales como microscopía comparativa, espectroscopía o softwares de correlación, siempre sustentados por estudios de confiabilidad. En este sentido, el informe pericial no es una mera opinión técnica, sino una prueba científica que debe estar sustentada en métodos reproducibles y reconocidos (PCAST, 2016; NIJ, 2020).

(f) Principio verificación inter-perito

Establece que toda conclusión de identidad balística debe ser corroborada por otro perito independiente. Este control de calidad evita errores por sesgo o mala interpretación. El segundo perito, sin conocer la conclusión inicial, repite el cotejo y emite su propia evaluación, además en casos complejos debe someterse incluso a un tercer perito quien sin conocer la conclusión del primero y el segundo, repite el cotejo y emite su propia evaluación. Solo si ambas conclusiones coinciden se valida la identificación. Este proceso aporta transparencia y refuerza la solidez del procedimiento, siendo una práctica recomendada por estándares internacionales de calidad pericial (FBI, 2019).

(2) Estudio microscópico comparativo en casquillos

Al realizar estudios de micro comparación de casquillos, es fundamental prestar especial atención a las características del percutor, extractor, eyector y la placa de cierre o de apoyo. Estas marcas deben analizarse considerando su forma, ubicación y dimensiones, ya que ofrecen información clave para identificar el arma que las produjo.



En la microcomparación de la huella del percutor, se deben analizar la ubicación, la amplitud y la profundidad de la marca de percusión sobre el fulminante en cartuchos de fuego central, así como en la periferia en cartuchos de fuego anular. También deben evaluarse los posibles rastros irregulares dentro de la misma marca.

Respecto a las marcas dejadas por la placa de cierre o de apoyo, es necesario considerar su forma, ubicación y dimensiones, observando cada una de las irregularidades impresas sobre la superficie del fulminante y la base del casquillo. Las marcas del extractor deben analizarse por su posición y tamaño, ya que comúnmente se imprimen sobre el surco o la pestaña de los casquillos en armas automatizadas.

En cuanto a las marcas del expulsor, se deben valorar su ubicación y dimensiones, ya que suelen aparecer en una parte de la periferia del culote del casquillo.

(a) Protocolo de Uso

Fijación de la muestra en el soporte, ajuste de iluminación y enfoque, comparación simultánea de imágenes y documentación fotográfica de las coincidencias.

Figura 100

Microscopio de comparación balística visión X



Nota. Imagen ilustrativa de un perito balístico utilizando el microscopio de comparación balística Visión X. Este instrumento permite observar y comparar simultáneamente las marcas en proyectiles y casquillos, facilitando la identificación de armas de fuego y el cotejo balístico entre evidencia recolectada en la escena y armas sospechosas.

(3) Estudio microscopio comparativo en proyectiles

- (a) Se analizan y comparan las características particulares que el rayado del cañón deja sobre la superficie cilíndrica del proyectil. Para ello, es necesario realizar estudios preliminares que permitan reunir la información esencial que respalde el proceso de micro comparación. Dicho procedimiento consiste en identificar y evaluar las marcas individuales que resultan del contacto entre el proyectil y las estrías del ánima, lo cual permite determinar si una bala fue disparada por un arma en particular.
- (b) Determinar el número de estrías impresas por rayados convencionales o poligonales y establecer su orientación, derecha (dextrógira) o izquierda (levógira), siempre que los proyectiles objeto de estudio conserven las condiciones necesarias para el análisis.



- (c) Medir la amplitud de cada estría y campo utilizando instrumentos de precisión acoplados al microscopio de comparación. Cuando se obtienen coincidencias en las características generales entre los proyectiles "incriminados" y los "experimentales-testigo", se procede a realizar la microcomparación entre ambos. El objetivo es identificar rastros individuales que permitan asociar de forma específica el proyectil con el cañón del arma que lo disparó. Estas marcas aparecen como líneas sobre la superficie cilíndrica de la bala, con longitudes, profundidades y amplitudes variables, y con una ubicación precisa. Su patrón es único, lo que permite diferenciarlas incluso entre cañones de armas del mismo modelo y calibre.

(4) Instrumentos de identificación balística

El perito balístico emplea diversos métodos para identificar un arma, siendo los más comunes:

- (a) Microscopía comparativa: observación simultánea de proyectiles o casquillos para detectar coincidencias en las características individuales.
- (b) Sistemas automatizados (IBIS): software especializado que coteja digitalmente imágenes de balas y casquillos, identificando coincidencias en bases de datos internacionales.
- (c) Reactivos químicos para números de serie: utilizados para recuperar números borrados mediante técnicas de corrosión controlada.

(5) Fases del análisis

- (a) Recepción y clasificación de evidencias: registro de ingreso; asignación de un número único para mantener la cadena de custodia; además, clasificación inicial, separación de proyectiles, casquillos y fragmentos; también, medición de dimensiones y verificación del calibre con micrómetros de precisión.
- (b) Limpieza y conservación: desengrase inicial: utilización de solventes no corrosivos para eliminar residuos, también secado controlado. Evitar deformaciones térmicas que alteren las microestrías.
- (c) Observación preliminar: evaluación visual: Identificación de deformaciones significativas, fotografía de Detalle: Captura de la morfología superficial antes de manipulación intensiva.
- (d) Cotejo balístico: microscopía de comparación; utilización de microscopios con cámara digital integrada; además, cotejo directo, superposición de imágenes de proyectiles testigos y cuestionados, análisis de rayado; determinación del número, ancho y sentido de las estrías (dextrógiro o levógiro).
- (e) Identificación de marcas de clase e individuales: marcas de clase, calibre, número de estrías, tipo de rayado, marcas Individuales, también huellas de percutor, marcas de extractor y eyector, características microscópicas propias.
- (f) Registro de resultados: documentación gráfica de las coincidencias, generación de un informe preliminar con descripción técnica y fotográfica, según el enfoque, método, técnica e instrumentos de llegar conclusiones coherentes.

(6) Conclusiones criminalísticas

El éxito en el cotejo balístico depende de la preservación de las marcas individuales y la precisión de los métodos empleados. El informe pericial debe establecer claramente si los casquillos o proyectiles han sido percutidos o disparados respectivamente por una, dos o más armas de fuego y asimismo en cuanto se tenga certeza de la identificación de un arma de fuego



por medio de huellas balísticas dejadas en casquillos o proyectiles, se deberán concluir como: Identificación (positivo), Exclusión (Negativo) o Indeterminado (No concluyente). Asimismo, en cuanto se observe que por otros factores (corrosión, perforaciones, entre otros), los cuales imposibilitan realizar un EMC se debe concluir que el elemento balístico es No apto para cotejo, señalando los motivos que arriban a dicha conclusión.

iii) Plataforma IBIS y sistemas de correlación

El Sistema Integrado de Identificación Balística (IBIS) es una plataforma tecnológica desarrollada para el análisis automatizado de evidencia balística. Permite registrar, comparar y correlacionar imágenes de proyectiles y casquillos, bajo el principio de probabilidad, evidencias que son recuperadas en escenas de crimen con muestras almacenadas en bases de datos. Es utilizado globalmente en más de noventa países, siendo una herramienta esencial en la investigación criminal y pericial.

Figura 101

Sistema integrado de identificación balística (IBIS) y composición del laboratorio



Nota. Peritos operan el sistema IBIS (Integrated Ballistics Identification System), el cual permite el análisis digital automatizado de proyectiles y casquillos. El sistema está compuesto por estaciones de captura, lo que facilita el cotejo, trazabilidad y la identificación de armas de fuego a nivel nacional e internacional.

(1) Objetivo principal:

Facilitar el cotejo balístico automatizado para identificar coincidencias entre diferentes eventos delictivos, especialmente en casos donde una misma arma ha sido utilizada en múltiples crímenes, dado que se fundamenta en el principio de la trazabilidad para la identificación del arma de fuego.

(a) Componentes principales del IBIS:

IBIS está compuesto por varios módulos especializados que trabajan en conjunto para ofrecer resultados precisos y eficientes:

(i) Brasstrax: análisis de casquillos

1. Realiza un escaneo de alta resolución de casquillos percutidos.
2. Detecta características individuales como:



- Marcas del percutor
- Marcas del extractor
- Marcas de expulsor
- Rayado del culote block de cierre

3. Utiliza cámaras digitales y láser para captar detalles microscópicos.
4. Genera un perfil balístico digital que se almacena en la base de datos.

(ii) Bullettrax: análisis de proyectiles

Registra imágenes detalladas de la superficie del proyectil, incluyendo estrías y campos del rayado helicoidal, estas emplean tecnología de escaneo 3D para generar modelos tridimensionales, es por ello que las imágenes se cotejan con otras almacenadas en el sistema para identificar coincidencias de marcas individuales.

(iii) Concentrador de datos

Unidad responsable del almacenamiento, gestión y resguardo de las muestras adquiridas por BULLETRAX y BRASSTRAX. Genera “huellas balísticas para correlación”, coordina el intercambio de datos en la red IBIS y permite configurar bases de datos locales o internacionales para el análisis criminalístico.

(iv) Servidor de correlación

Equipo que ejecuta la comparación automática de firmas balísticas mediante algoritmos avanzados, clasificando las coincidencias según su nivel de similitud. Su objetivo es detectar posibles vínculos entre indicios de distintos casos y facilitar la cooperación nacional e internacional.

(v) Matchpoint: correlación automatizada

Software que compara los perfiles almacenados con nuevas muestras ingresadas, y emplea algoritmos avanzados para determinar la probabilidad de coincidencia, lo que clasifica los resultados según el grado de probabilidad y genera un informe preliminar para revisión manual en el microscopio de comparación balística.

(b) Flujo de trabajo en IBIS:

El proceso de identificación balística en el sistema IBIS sigue una secuencia rigurosa que garantiza la precisión y la trazabilidad de los resultados:

(i) Paso 1: digitalización de la evidencia

- Se colocan proyectiles o casquillos en los dispositivos de escaneo.
- Se realizan capturas en alta resolución en 2D y 3D.
- El sistema genera un perfil balístico único.



(ii) Paso 2: almacenamiento en la base de datos

Los perfiles digitales se integran en la base de datos central, se añaden metadatos como: número de caso, fecha de recolección, ubicación geográfica, descripción de los hechos que motiva el estudio.

(iii) Paso 3: proceso de cotejo automatizado

El sistema realiza comparaciones con muestras previas, en base a los algoritmos identifican coincidencias potenciales, se generan listados de posibles coincidencias ordenados por probabilidad.

(iv) Paso 4: verificación humana

Los peritos balísticos revisan manualmente las coincidencias más altas, se realiza un cotejo visual mediante microscopía de comparación para confirmar la identidad.

iv) Bóveda nacional de evidencias balísticas

La bóveda cumple varias funciones clave que garantizan la integridad de la información balística y su aplicación en la resolución de casos:

Figura 102

Estructura, funciones y ventajas de la bóveda nacional de evidencias balísticas



Nota. Organización y beneficios de la BNEB, incluyendo su función como base de datos centralizada, el registro único de elementos balísticos, sus procesos de gestión (ingreso, catalogación, almacenamiento y acceso seguro), y sus ventajas, como la integración nacional e internacional y el respaldo científico en procesos judiciales. Este sistema es fundamental para el rastreo, comparación y análisis de evidencias balísticas en investigaciones criminalísticas.

(1) Registro único de casquillos y proyectiles involucrados en delitos

Todos los elementos balísticos recuperados en la escena del crimen se registran en la base de datos. El registro incluye: número de caso, fecha y lugar del hallazgo, características balísticas identificadas, las mismas que se almacenan los elementos reales (cuando es posible) en condiciones controladas, o en su defecto, imágenes de alta resolución y modelos 3D.

Criminalística: la documentación adecuada permite rastrear el uso repetido de un arma en múltiples eventos, especialmente útil en crímenes donde el modus operandi se repite.

(2) Actualización constante mediante nuevos casos

El archivo debe actualizarse en tiempo real conforme se ingresan nuevas muestras, además los casos archivados se mantienen activos hasta que se resuelva el último cotejo posible, por lo que la actualización se realiza de manera automatizada cuando las muestras ingresan al sistema IBIS u otros sistemas de correlación.

Criminalística: el hecho de mantener el archivo actualizado permite que el sistema detecte coincidencias automáticas con armas utilizadas en delitos previos, proporcionando pistas valiosas de manera temprana en la investigación.

(3) Registro único de casquillos y proyectiles obtenidos mediante pruebas de disparo

Se almacenan los proyectiles testigos obtenidos en pruebas controladas de armas de fuego. Cada arma de fuego es sometida a un proceso de prueba para generar muestras que se comparan con los elementos balísticos recuperados en escenas del crimen o provenientes de Morgue, por lo que el registro de estos proyectiles incluye: marca, modelo y número de serie del arma, fecha de la prueba de tiro, calibre y tipo de munición utilizada.

Criminalística: este registro permite determinar si una misma arma incautada fue utilizada previamente en otros delitos. Además, ofrece una línea de tiempo clara del uso de armas en diferentes eventos delictivos.

(4) Almacenamiento de muestras inculminadas y experimentales

Las muestras inculminadas son aquellas recolectadas directamente en la escena del crimen, o provenientes de la morgue, en ese sentido, las muestras experimentales son obtenidas mediante disparos de prueba realizados en el laboratorio balístico; es decir, en lugar controlado.

Ambas se almacenan en condiciones controladas de humedad y temperatura para preservar las características balísticas.

Criminalística: la coexistencia de ambas muestras permite realizar cotejos directos entre elementos recogidos en la escena y proyectiles testigos generados por armas sospechosas. Esto garantiza una identificación precisa.

(5) Proceso de gestión de la bóveda

Para garantizar la integridad y eficacia de la bóveda, el proceso de gestión debe seguir los siguientes pasos:





- (a) Ingreso de muestras: las muestras llegan al laboratorio con un registro previo de recolección, se realiza un análisis preliminar para verificar su estado y características.
- (b) Catalogación y digitalización: cada muestra se codifica con un número único para mantener la trazabilidad, se toman fotografías en alta resolución y, si es necesario, se escanean en 3D para crear modelos digitales, también el sistema incluye datos adicionales como: tipo de proyectil (encamisado, expansivo, blindado), calibre, condición de la muestra (deformado, intacto, parcial o total).
- (c) Almacenamiento físico y digital: los proyectiles y vainillas se almacenan en cajas especiales con indicadores de conservación, además el archivo digital incluye metadatos que permiten búsquedas rápidas y eficaces.
- (d) Acceso y seguridad: el acceso está restringido a peritos acreditados y personal autorizado, cada ingreso queda registrado en un log de acceso para garantizar la cadena de custodia digital.
- (e) Ventajas del archivo nacional de evidencias balísticas: centralización de la Información: facilita el cotejo interjurisdiccional al agrupar muestras de todo el país; así como también la rapidez en el cotejo: el uso de plataformas como IBIS permite encontrar coincidencias en minutos.
- (f) Integración internacional: enlace con bases de datos internacionales como INTERPOL y otros para delitos transfronterizos.
- (g) Soporte jurídico: la bóveda cuenta con protocolos de custodia digital que aseguran la validez de la evidencia ante los tribunales.

f) Balística operativa

La balística operativa integra las cuatro anteriores aplicadas a la práctica, es decir en el campo o lugar de los hechos, laboratorio y ratificación de la pericia e investigación, incluyendo el cotejo balístico, trayectorias, distancias, identificación de armas y reconstrucción del hecho, de igual forma evalúa el estado mecánico y funcional de un arma de fuego, determinando su aptitud para disparar, el correcto funcionamiento de sus mecanismos internos, el tipo de disparo (simple, automático, semiautomático) y la existencia de posibles defectos de fabricación o manipulación (Mattoo, 2011; Heard, 2008).

i) Balística en el lugar de los hechos

La inspección técnico-balística tiene como propósito verificar la realidad del hecho, delimitar el escenario, establecer las circunstancias y la dinámica de los acontecimientos, así como localizar, recolectar y documentar los indicios relevantes.

Cuando se considere necesario, se elaborará un croquis del lugar. Posteriormente, se realiza la exploración de superficies y objetos que no puedan ser trasladados, con el fin de identificar posibles impactos intermedios o finales de proyectiles, determinar el número de disparos efectuados y estimar la distancia desde la cual fueron realizados.

Finalmente, se procede a la reconstrucción de los hechos in situ, preferiblemente con la participación de la víctima, el presunto autor, los testigos y la presencia de autoridades judiciales y fiscales. Esta etapa busca reproducir técnicamente la secuencia real de los acontecimientos y contrastar las declaraciones testimoniales en el marco de una reconstrucción judicial.



(1) Intervención inicial del perito

- (a) Aseguramiento del área: establecer un perímetro de seguridad para evitar la contaminación, coordinar con las fuerzas de seguridad para limitar el acceso a personal autorizado, observación preliminar: realizar una evaluación visual sin ingresar a la escena, Identificar posibles elementos balísticos: proyectiles, casquillos, armas abandonadas.
- (b) Registro fotográfico inicial: tomar imágenes desde varios ángulos sin tocar los objetos, documentar el estado original de la escena, briefing con el personal policial: recopilar información sobre el suceso antes de proceder con el levantamiento de evidencia.

(2) Recolección de evidencia balística

La recolección de evidencia balística es el proceso de identificar, preservar y embalar correctamente los elementos relacionados con el uso de armas de fuego en una escena del crimen. El objetivo principal es asegurar que dichos elementos mantengan su integridad física, evitando cualquier alteración que comprometa su valor probatorio.

(a) Principios fundamentales

Preservación de la evidencia: evitar que los elementos balísticos sufran alteración física, contaminación o pérdida de características durante la manipulación, asimismo se debe hacer documentación precisa: registrar cada acción realizada, desde la ubicación inicial hasta el embalaje final, cadena de custodia: garantizar el registro continuo de cada transferencia de la evidencia.

(b) Clasificación de la evidencia balística

Para una correcta recolección, es esencial que el perito balístico comprenda la diversidad de elementos que pueden estar presentes en la escena:

(i) Proyectiles

- 1. Deformadas o intactas: frecuentemente halladas en superficies de impacto o dentro del cuerpo de la víctima.
- 2. Fragmentos de proyectil: pequeñas partes dispersas que requieren un análisis comparativo posterior.

(ii) Casquillos

Percutidos y no percutidos; recogidas en el área de disparo o próximas al tirador, marcas de percutor, extractor y expulsor; fundamentales para el cotejo balístico.

(iii) Armas de fuego

- 1. Con o sin cartucho: deben manipularse con cuidado para preservar huellas dactilares o residuos de pólvora, con la finalidad de neutralizar el arma de fuego en una ponderación debe primar la seguridad del perito antes que la preservación de la muestra.
- 2. Armas improvisadas o modificadas: requieren análisis detallado por sus características atípicas.



(iv) Fragmentos metálicos

Proyectiles o núcleos, coberturas o fragmentos, halladas en superficies metálicas o cuerpos; así como también, fragmentos deformados pueden estar incrustadas en paredes, muebles o vehículos; por lo que en el procedimiento de recolección la metodología debe ser sistemática y rigurosa para evitar la pérdida de información crítica. El proceso incluye varias fases que el perito debe seguir cuidadosamente:

(c) Observación y evaluación inicial

Realizar una inspección visual sin ingresar al área inmediata del suceso.

Identificar puntos críticos donde se encuentren proyectiles o casquillos.

(d) Recolección según el tipo de evidencia

(i) Proyectiles y fragmentos

- Usar pinzas de punta fina o guantes de látex para recogerlos.
- Evitar el uso de herramientas metálicas que puedan dejar nuevas marcas.
- Colocar el proyectil en sobres de papel o bolsas plásticas individuales.

Nota Criminalística: el uso de pinzas garantiza que no se alteren las microestrías dejadas por el rayado del cañón, fundamentales para el cotejo.

(ii) Casquillos y cartuchos

- Recogerlas directamente con pinzas o mediante técnicas de succión suave para no comprometer las marcas.
- Embalar en sobres de papel con identificación específica: calibre, posición y número de recolección.

Precaución: no manipular el culote directamente para evitar contaminar la huella del percutor.

(iii) Armas de fuego

- Descargar el arma si está cargada, documentando el proceso.
- Colocar el arma en una caja rígida, sellada y etiquetada.

Anotación: el perito debe especificar si el arma estaba en posición de disparo, con el seguro activado o no.

(3) Cadena de custodia y preservación

La cadena de custodia es el proceso mediante el cual se asegura que la evidencia recolectada permanezca intacta y debidamente documentada desde su obtención hasta su presentación en juicio.

(a) Elementos clave de la cadena de custodia

- (i) Registro inicial: documento que incluye detalles del objeto recolectado y su ubicación exacta





- (ii) Documentación continua: cada transferencia de la evidencia debe registrarse, incluyendo fecha, hora, motivo y responsable del traslado.
- (iii) sellado de evidencia: colocar etiquetas de seguridad en bolsas o cajas, firmadas por el perito,
- (iv) Almacenamiento seguro: depositar en áreas con acceso restringido y control de temperatura para preservar los residuos balísticos.

(b) Consecuencias de la interrupción o rotura de la cadena de custodia:

Si la cadena de custodia se interrumpe o es defectuosa, la evidencia puede ser considerada inadmisibile en el juicio, lo que debilita la posición de la parte acusadora y puede llevar a la nulidad de la prueba.

(4) Fotografía, croquis y planimetría forense

El registro gráfico es esencial para la reconstrucción de los hechos y la presentación judicial de los hallazgos. La fotografía y el croquis deben mostrar el contexto de los elementos balísticos, su disposición y sus características físicas.

- (a) Fotografía forense: utilizar cámaras de alta resolución y reglas métricas, además debe incluir panorámicas, corta distancia y de detalle; así como, imágenes generales del entorno y planos específicos de cada evidencia, también capturar detalles de impactos en superficies (paredes, suelos, muebles).
- (b) Croquis de la escena: realizar un esquema a escala que refleje la posición de cada elemento, también incluir referencias como puertas, ventanas y puntos de acceso, anotar distancias y ángulos de disparo estimados.
- (c) Planimetría forense: elaboración de planos en dos dimensiones que reflejen la ubicación exacta de los hallazgos, Integrar la información en un formato claro para facilitar su interpretación judicial.

(5) Registro y transporte seguro de evidencias

El transporte de la evidencia debe garantizar que los elementos recolectados no sufran alteraciones físicas o químicas. El perito debe tener en cuenta las características de cada pieza para elegir el método de embalaje adecuado.

(a) Medidas de transporte

Usar contenedores rígidos para evitar deformación.

Separar proyectiles y casquillos en bolsas individuales.

Asegurar las armas en fundas o cajas que eviten el movimiento interno.

(b) Documentación de transporte

Completar el formulario de transferencia con detalles precisos.

Firmar el registro tanto por el perito que entrega como por el que recibe la evidencia

La investigación en la escena del crimen es una de las fases más críticas en el análisis balístico. El correcto manejo de la evidencia garantiza que los elementos recolectados puedan ser utilizados en el cotejo balístico y en el proceso judicial. La adecuada





preservación de la cadena de custodia y el registro fotográfico y planimétrico son elementos fundamentales que aseguran la validez científica y jurídica de las conclusiones periciales.

ii) Balística de laboratorio

El análisis balístico en el laboratorio constituye la fase analítica del proceso pericial, donde se aplican métodos científicos, técnicos y experiencia calificada para examinar proyectiles, casquillos, armas y residuos de disparo, en prendas y examen y objetos que de interés balístico. El objetivo es determinar el funcionamiento del arma y de cartuchos, identificar el arma utilizada y establecer coincidencias entre los elementos balísticos mediante cotejos microscópicos, pruebas experimentales y análisis de residuos y otros.

(1) Objetivo del procedimiento

Establecer de manera objetiva, fiable y reproducible la identificación balística, garantizando que los resultados sean científicamente válidos y jurídicamente admisibles. Como son:

- (a) Primero: el perito aplica las medidas de seguridad necesarias para salvaguardar su integridad y la de terceros. Procede con la verificación, tanto externa como interna, de la evidencia balística, lo que permite su identificación plena, estructura y origen; finalmente, si se trata de un arma de fuego, la somete a la prueba de residuos nitrados.
- (b) Segundo: el examen técnico y pruebas de funcionamiento y disparo de las armas de fuego y de cartuchos remitidas, para determinar su procedencia, estado de funcionamiento u operatividad, posibilidad de que dicha arma se dispare de forma accidental o fortuita (por fallo mecánico o manipulación incorrecta), determinación de si ha sido o no disparada con anterioridad, recuperación del número de serie, etc.
- (c) Tercero: estudio identificativo de armas, para establecer su participación en un hecho de referencia o en otros casos pendientes de solución existentes en el laboratorio (incriminados) a la espera de su identificación, esto se fundamenta en el principio de individualización que el arma tiene su propia identificación distinta a las demás, para la cual se utilizan los instrumentos como sistema integrado de identificación balística (IBIS) y el microscopio de comparación balística.
- (d) Cuarto: examen de casquillos y proyectiles para determinar su procedencia, calibre, características técnicas y si es posible, determinar la marca y modelo del arma que las percuto o disparó.
- (e) Quinto: estudios identificativos de proyectiles y casquillos recogidos en el lugar de los hechos (incriminados) con las proyectiles y casquillos obtenidos con el arma sospechosa (disparos de prueba para identificación), o con los casquillos y proyectiles recogidos en inspecciones anteriores (incriminados).
- (f) Sexto: examen de los proyectiles, para establecer la existencia de anomalías sobre su superficie, determinar en qué consisten, si pueden ser el origen de un cambio en la trayectoria del proyectil, y si dichas anomalías se han producido antes o después de ocasionar las lesiones a la víctima.
- (g) Séptimo: exámenes sobre la vestimenta de la víctima, en orden a determinar la intervención de un arma de fuego, gama de calibres a los que puede corresponder, número de impactos,



distancia a la que se efectuaron los disparos y determinación de las trayectorias, si existen suficientes indicios.

- (h) Octavo: confección de planos complementarios y gráficos explicativos y por último la realización de los informes periciales, informes técnicos y de reconstrucción o recreación además actas de junta de peritos y artículos estos dos últimos con fines de investigación científica.

(2) Restauración de número de serie

(a) Introducción general

En el ámbito forense, los números de serie en armas de fuego constituyen un elemento de identificación primaria; actúan como una "huella de identidad" atribuida por el fabricante al arma, lo que permite su trazabilidad durante procesos judiciales o investigaciones criminales (INTERPOL, 2021; UNODC, 2020).

La erradicación o manipulación de estos números por parte de delincuentes busca encubrir la procedencia ilegal del arma; sin embargo, los procedimientos periciales modernos permiten, en muchos casos, la restauración parcial o completa de la numeración original, utilizando principios de química, física, metalurgia y técnicas microestructurales.

(b) Localización de los números de serie y afines

Todas las armas de fuego, tanto las portátiles como las de mayor calibre, están grabadas con un número de serie único que cumple la función de una huella digital para su identificación. Los fabricantes definen ubicaciones específicas para este número de serie según la marca y el modelo, siendo las más comunes la base de la empuñadura, la tapa lateral (ya sea derecha o izquierda) o incluso en piezas específicas dentro del mecanismo interno del arma.

(c) Grabado de los números de serie en armas

El grabado del número de serie en las armas se realiza típicamente cuando la pieza metálica ya está finalizada, un proceso conocido como "grabado en frío". Este procedimiento se lleva a cabo mediante técnicas habituales como el prensado, el estampado, la aplicación de presión o el uso de láser, lo cual provoca una deformación permanente en la estructura cristalina del metal.

(d) Naturaleza química del metal

La fabricación de armas es una aleación que incluye hierro, carbono y molibdeno. Cada componente cumple una función esencial: por ejemplo, el carbono aporta la dureza necesaria, aunque su exceso podría provocar fragilidad en la pieza. En general, la aleación debe tener la capacidad de soportar las grandes presiones internas que se generan durante el disparo, especialmente en el ánima del cañón.

(e) Formas criminales para eliminar números de serie

(i) Estas técnicas incluyen el lijado, que deja

estrías superficiales paralelas y poco profundas; el pulido, que genera estrías más profundas, ya sean líneas paralelas (si se usa una lima) o concéntricas (si se usa una



pulidora). Otras formas de desgaste del metal son el esmerilado o el taladrado, que dejan concavidades de forma concéntrica en la superficie. Una técnica más compleja es la aplicación de soldadura, que consiste en rellenar la numeración con metal fundido para luego pulir la zona. Por último, está el punteado eléctrico, donde se crean concavidades al presionar una punta metálica al rojo vivo sobre el número, o la corrección por adición, que implica la modificación parcial de los dígitos originales para transformarlos en una numeración falsa. Corrección por adición: modificación parcial de dígitos para transformarlos.

(f) Técnica de restauración de números de serie

(i) Restauración química

La restauración química es un proceso que busca recuperar números de serie eliminados mediante la aplicación de reactivos corrosivos específicos, teniendo en consideración composición de la aleación metálica del arma. Para ello, se utilizan reactivos comunes como la glicerina, el alcohol amílico, diversos ácidos (sulfúrico, nítrico, clorhídrico), amoníaco y sales de cobre, sodio y potasio, tal como se muestra en la figura siguiente.

Figura 103

Restauración química de número de serie en arma de fuego



Nota. Perito criminalista realizando el procedimiento de restauración química para recuperar el número de serie erradicado en un arma de fuego.

(ii) Restauración electroquímica

Es una técnica de investigación que recupera números de serie borrados mediante la aplicación de corriente continua. Al convertir la pieza en un electrodo dentro de un baño



de sales metálicas, se crea un contraste superficial que revela las marcas subyacentes del grabado original, es decir aplicando una corriente continua de bajo voltaje.

Figura 104

Restauración electroquímica de número de serie en arma de fuego



Nota. Procedimiento pericial mediante restauración electroquímica para recuperar el número de serie en un arma de fuego. Esta técnica utiliza corriente eléctrica y soluciones químicas para revelar inscripciones originales eliminadas.

(iii) Otras técnicas de restauración complementarios

1. Existen tres métodos principales: el proceso electrolítico, que puede realizarse con o sin inmersión de la pieza; el proceso magnético, que detecta las variaciones de densidad del metal utilizando campos magnéticos; y el proceso térmico, que aplica calor de forma controlada justo antes de la restauración química.

(iv) Procedimiento general:

1. El procedimiento de restauración inicia con la limpieza (usando gasolina, xileno o acetona), seguido del pulido (tipo espejo) de la superficie con lima o lija, o mecánicamente. Luego, se aplica el reactivo químico específico para el metal, manteniendo una observación controlada para evitar dañar la pieza.

(g) Fórmulas comunes de reactivos

(i) Hierro y aluminio (revenido térmico más químico)

1. Reactivo de Fry:
 - a. Cloruro cúprico cristalizado: 90 g
 - b. Ácido clorhídrico: 120 ml
 - c. Agua destilada: 100 ml



2. Reactivo Villela:

- a. Ácido fluorhídrico: 20 ml
- b. Ácido nítrico: 10 ml
- c. Glicerina: 30 ml

(h) Seguridad en el trabajo de restauración

Dado que se

requiere formación en química, metalurgia y física aplicada, y muchos reactivos son tóxicos, cáusticos o inflamables, es obligatorio trabajar en parejas de seguridad con ventilación adecuada, usando guantes, gafas de protección y mascarilla, y manteniendo una manipulación controlada de la temperatura.

(i) Consideraciones finales

El éxito de la restauración depende de factores como la profundidad con que se eliminó la numeración, el tipo de metal y la técnica de grabado original, la correcta selección del método y los reactivos, siendo el revenido químico bien aplicado considerado la técnica más simple, económica y eficiente.

“La restauración de numeración erradicada es una de las técnicas periciales más sensibles, que se trabaja bajo el principio de la parsimonia y a la vez, más valiosos en el combate a las armas ilegales”.

(3) Pruebas de tiro controladas

Las pruebas de tiro controladas son fundamentales para generar proyectiles testigos que serán comparados con la evidencia recolectada. Se realizan en entornos seguros, garantizando la preservación de las características balísticas, con fines de identificación, dado que se fundamenta bajo la teoría de la individualización y de la transferencia.

Elementos necesarios: campo de tiro cerrado, evitar la dispersión de proyectiles, así como bloques de captura: gel balístico, cilindro hidráulico y en cajón en algodón, se debe utilizar munición original, mismas características que la evidencia cuestionada.

Figura 105

Prueba de disparo en caja hidráulica realizada por perito balístico



Nota. Perito de criminalística efectuando una prueba de disparo controlada dentro de una caja balística hidráulica para la recolección segura de proyectiles y casquillos.



(4) Objetivo de examen en evidencias.

Este apartado tiene como objetivo guiar al personal de las unidades operativas en la correcta solicitud de los exámenes balísticos que realmente sean necesarios para sus investigaciones. Es fundamental que el perito reciba información contextual sobre los hechos ocurridos y sobre las condiciones en las que se encuentran las evidencias enviadas, ya que esta información le permitirá orientar su análisis y emitir un dictamen más preciso y fundamentado. Por ello, se recomienda que, al solicitar el peritaje, la unidad operativa incluya un breve resumen de los hechos investigados. En ese sentido, el agente encargado debe requerir los exámenes balísticos correspondientes, considerando los siguientes aspectos:

(a) En armas de fuego

Identificar el tipo de arma (si se trata de un revólver, pistola, escopeta, carabina, fusil o pistola ametralladora; arma de repetición, semiautomática o automática, etc.).

Identificar número de serie, marca y calibre del arma.

Comprobar resto de disparo y sentido del rayado helicoidal del arma.

Determinar el funcionamiento o operatividad y conservación del arma.

(b) En casquillos

Identificar a qué tipo de arma pertenece.

Identificar el calibre.

Identificar de la marca (nacional o extranjera).

Establecer identidad a través de la comparación microscópica en casquillos con muestras remitidas y con casos pendientes de solución.

(c) En proyectiles

Identificar a qué tipo de arma pertenece.

Identificar calibre.

Identificar del número y sentido del rayado helicoidal.

Establecer identidad a través de la comparación microscópica en proyectiles con muestras remitidas y con casos pendientes de solución.

(d) En cartuchos

Identificar a qué tipo de arma pertenece.

Identificar calibre.

Identificar la marca (nacional o extranjera).

Determinar el estado de funcionamiento.

(e) En prendas de vestir

Identificar los orificios de entrada y salida (si los hubiera); posible calibre y trayectoria del disparo. Si los orificios, rasgaduras u otras características (chamuscamiento, tatuaje, etc.)



han sido ocasionados por disparos de arma de fuego. Comprobar la presencia de restos de pólvora.

iii) Informe pericial balístico

El informe pericial es un documento que contiene el procedimiento del método científico, es decir observación, experimentación, comprobación de hipótesis, resultados y conclusiones, además se debe emplear el método que corresponda según la variable de estudio es decir la evidencia balística, realizado por un perito especializado. Se presenta ante la autoridad judicial y su objetivo principal es establecer conclusiones claras y fundamentadas sobre el caso analizado. Robert Yin (2018),

(1) Principios fundamentales

Los principios fundamentales de la balística forense constituyen las bases científicas que sustentan su práctica.

(a) Principios físico-químicos

Este principio describe los fenómenos de transformación de energía que ocurren durante el disparo: conversión de energía química (combustión de la pólvora) en energía cinética (movimiento del proyectil); generación de gases de alta presión, fricción, aceleración giroscópica y disipación de energía al impacto. Estos procesos son regidos por leyes físicas universales como las de Newton, la termodinámica, la balística de fluidos y la aerodinámica (Di Maio, 1999; Heard, 2008).

(b) Principios de identidad balística

Este principio establece que cada arma de fuego, debido a sus microimperfecciones únicas, deja marcas irrepetibles sobre los proyectiles y las vainillas. Estas marcas permiten vincular un proyectil específico con el arma que lo disparó, posibilitando la identificación forense a través de técnicas de comparación microscópica, base del trabajo pericial balístico identificativo (Biasotti y Murdock, 2004; Heard, 2008).

(c) Principio de singularidad forense

Cada arma de fuego, como si fuera una persona, aunque parezcan iguales, si las miras de cerca, cada una tiene pequeñas diferencias, como si fueran "arrugas" o "cicatrices" microscópicas que la hacen única debido a cómo se fabricó, cómo se ha usado y el paso del tiempo. Estas pequeñas "marcas" se transfieren a las balas y los casquillos cuando se disparan, actuando como una especie de "huella digital" individual. Es como si cada arma dejara su propia firma. Por eso, no hay dos armas que dejen exactamente el mismo patrón de marcas, lo que nos permite decir con certeza si una bala o un casquillo en particular salió de un arma específica (Houck y Siegel, 2023; UNODC, 2023).

(d) Principio de reproducibilidad y fiabilidad

Se basa en que la misma arma dispara varias veces en condiciones parecidas. Lo que sucede es que las marcas que deja en cada bala y casquillo son prácticamente las mismas, como si el arma tuviera un patrón fijo al disparar. Esta repetición constante de las marcas es súper importante porque es lo que permite a los expertos comparar las balas o casquillos encontrados en un crimen con los disparados por un arma sospechosa y confiar en que la comparación es válida (INTERPOL 2024).



(e) Principio de correspondencia

Este principio se fundamenta en que, si un proyectil o un casquillo salieron de un arma en particular, el requisito que se requiere es que las lesiones microscópicas coincidan exactamente con las del arma, cuántas hay y dónde se encuentran con las marcas que sabemos que esa arma deja. Ver que coinciden al detalle bajo el microscopio es fundamental (AFTE, 2022). Es como si tuviéramos que encontrar la misma "huella" microscópica.

(f) Principio de identidad y exclusividad

Lo fundamental aquí es que, si vemos un conjunto particular de marcas en un proyectil o un casquillo, esas marcas solo pudieron haber sido hechas por un arma en específico, no por varias. Imagina que cada arma tiene una especie de "firma" única en las balas que dispara. Esas marcas son tan distintivas para cada arma que es casi imposible que dos armas distintas produzcan exactamente el mismo patrón (UNODC en 2023). Entonces, si encontramos una "firma" específica, podemos tener bastante certeza de qué arma la dejó.

(g) Principio de causalidad

Básicamente, cada marca que encontramos en una bala o un casquillo no está ahí por casualidad; algo dentro del arma, al dispararse, la creó físicamente. Imagina que cada "rayita" o "abolladura" en la bala es una consecuencia directa de cómo funciona el arma. Esta conexión entre el arma (la causa) y la marca (el efecto) es lo que nos permite rastrear de dónde vino esa bala o casquillo (Biedermann et al., 2022). En pocas palabras, cada marca es una señal que nos indica que arma la produjo, es por eso que la criminalística es la ciencia de los pequeños detalles

(2) Teoría científica

Según Karl Popper (1959), una teoría científica es un sistema de proposiciones que explica fenómenos naturales y puede ser sometido a prueba mediante la falsación, es decir, debe poder ser refutada por la evidencia empírica. Para Popper, una teoría no es válida por ser confirmada muchas veces, sino porque es capaz de resistir intentos rigurosos de ser refutada, es decir es compartida y aceptada por la comunidad científica

Aplicación en balística forense: en balística forense, las teorías permiten estructurar el conocimiento técnico sobre el comportamiento de proyectiles, trayectorias, efectos de impacto, y marcas de herramientas en casquillos o proyectiles. Por ejemplo, la teoría de la unicidad de las marcas balísticas sostiene que cada arma de fuego deja marcas específicas e irrepetibles sobre los proyectiles y casquillos que dispara. Esta teoría, al ser probada y contrastada en numerosos casos, guía al perito en la formulación de hipótesis, el diseño de pruebas comparativas y la interpretación objetiva de los resultados, dentro de un marco metodológico comprobable.

(3) Métodos científicos en la pericia balística

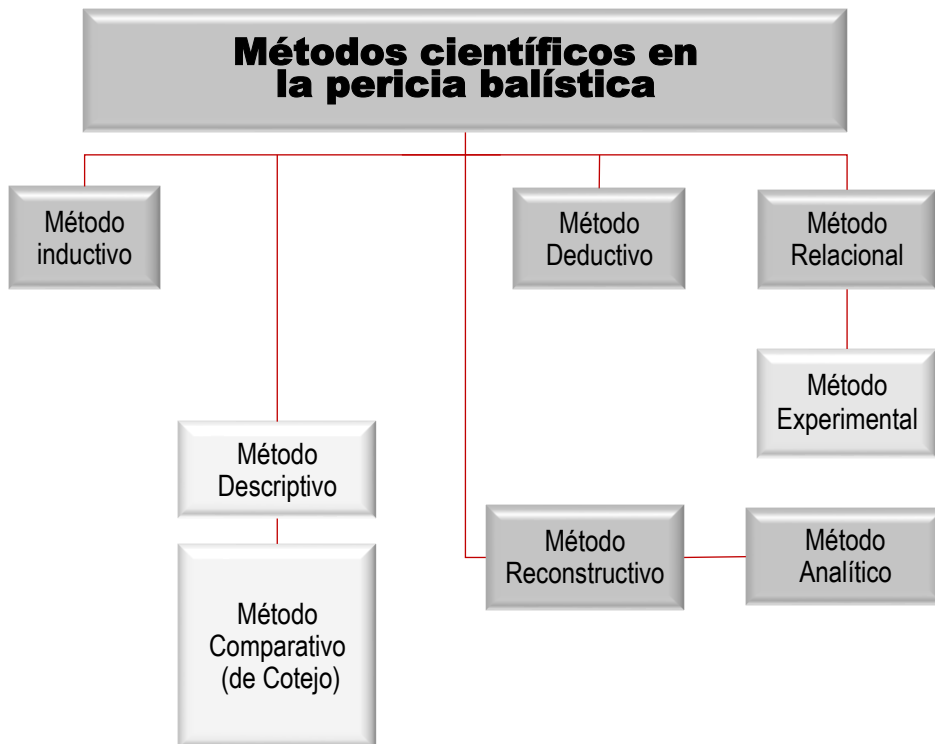
La balística requiere la aplicación de métodos científicos que garanticen que el análisis de armas, proyectiles, casquillos y cartuchos, residuos de pólvora combusta, y estudio de los explosivos sean objetivos, replicables y verificables. La aplicación de estos métodos permite establecer relaciones directas entre la evidencia balística y el arma utilizada, asegurando la admisibilidad jurídica de los resultados.



La investigación científica en balística sigue los principios metodológicos establecidos por autores como Karl Popper (1959) y Robert Yin (2018), quienes enfatizan que los métodos deben ser objetivos, contrastables y reproducibles. El uso de métodos científicos debe ser sistemático, estandarizado y basado en la replicación de resultados. Cada método empleado debe estar justificado en función del tipo de evidencia y del objetivo a fin que cada paso pueda concluir en función al método.

Figura 106

Principales métodos científicos aplicados en la pericia balística



Nota. El diagrama resume los métodos científicos más empleados en la investigación balística forense, destacando la integración de enfoques inductivos, deductivos, descriptivos, comparativos, reconstructivos, relacionales, experimentales y analíticos, fundamentales para el abordaje pericial.

(a) Método inductivo

El método inductivo es un enfoque que parte de la observación de múltiples casos particulares para construir generalizaciones o formular teorías. Según Bunge (2001), este método es esencial en las ciencias empíricas porque permite desarrollar hipótesis basadas en hechos concretos. Es importante tener presente que el método no solo se aplica al análisis de una muestra específica, sino que debe integrarse de manera coherente en todo el proceso investigativo. Esto implica que los criterios utilizados en la observación, el problema, objetivo, hipótesis, metodología, análisis y recolección de datos estén alineados con el enfoque inductivo, asegurando así la validez de las conclusiones.

Aplicación en balística: En el campo de la balística forense, este método se utiliza al analizar de forma individual diferentes armas, proyectiles y casquillos recuperados de múltiples escenas del crimen. A partir de esas observaciones particulares, el perito puede identificar patrones recurrentes que, al acumularse, permiten construir una teoría general sobre la posible relación entre los casos.



(b) Método deductivo

El método deductivo consiste en razonar desde principios generales para llegar a conclusiones específicas. En el ámbito científico, Karl Popper (1959) lo consideró esencial, ya que permite contrastar hipótesis basadas en teorías previamente aceptadas. En balística forense, este método se utiliza para comparar patrones microscópicos en proyectiles o casquillos recolectados con las marcas de herramientas que produce un arma sospechosa. Por ejemplo, cuando se analizan varios proyectiles o casquillos de forma sistemática, no se evalúa uno por uno de manera aislada, sino que se procesan simultáneamente bajo criterios técnicos. Esto permite identificar coincidencias objetivas entre las marcas de herramientas halladas y las que deja un arma específica, eliminando así cualquier juicio subjetivo. Además, este enfoque implica que los criterios utilizados en la observación, el problema, objetivo, hipótesis, metodología, análisis y recolección de datos estén alineados con el enfoque deductivo, asegurando así la validez de las conclusiones.

(c) Método relacional

Definición: “El método relacional, en investigación científica y forense, es un método que prioriza la identificación, comparación y contraste sistemático de múltiples evidencias y variables para revelar patrones de concordancia y asociación. A diferencia de los métodos inductivo (que generaliza a partir de casos particulares) o deductivo (que aplica principios generales a un caso concreto), el relacional construye una red interpretativa donde cada hallazgo fortalece o cuestiona a los demás, permitiendo una reconstrucción holística y coherente del fenómeno o del suceso investigado, dado que tiene como inicio de características idénticas marcando la diferencia en las específicas, es decir es útil aclarar que no descarta la causalidad sino que la integra como parte de una visión más amplia de correspondencias, según Yin (2018), se utiliza para establecer conexiones entre variables en contextos complejos. En balística, permite vincular diferentes evidencias balísticas a través de características compartidas.

Aplicación en balística: relación entre casquillos y proyectiles recuperados en diferentes escenas mediante el análisis de marcas de clase e individuales, además vinculación de crímenes utilizando la misma arma a través de cotejos balísticos. Ejemplo criminalístico: Cuando varios casos de homicidio presentan casquillos o proyectiles con marcas de herramientas de clase similares, el método relacional permite establecer que la misma arma podría haber sido utilizada en todos ellos.

(d) Método descriptivo

El método descriptivo consiste en observar y registrar detalladamente las características de un fenómeno sin buscar establecer relaciones causales entre los elementos analizados. Según Salkind (2017), este enfoque es fundamental en las ciencias empíricas porque permite construir bases de datos precisas, que sirven como punto de partida para investigaciones posteriores y para la sistematización del conocimiento forense.

Aplicación en balística: en balística forense, este método se emplea para documentar con precisión las características externas, internas y estructurales de armas de fuego, cartuchos, proyectiles, casquillos, explosivos y otros elementos relacionados. Asimismo, se describen minuciosamente los efectos de la balística en los cuerpos u objetos impactados, como orificios de entrada y salida, trayectorias, lesiones o impactos. La



descripción detallada de las marcas de herramientas presentes en proyectiles o casquillos es parte esencial del trabajo pericial, al igual que la elaboración de informes periciales y técnicos con datos objetivos, ilustraciones y gráficos que respalden visualmente las observaciones.

(e) Método comparativo

- (i) Definición: el método comparativo, también conocido como método de cotejo, se basa en la confrontación sistemática de elementos o fenómenos para identificar similitudes, diferencias y posibles relaciones causales. Este método permite analizar causas (variables independientes) y efectos (variables dependientes) tanto desde un enfoque cualitativo, cuando se estudian pocos casos a profundidad como cuantitativo, al aplicarse a un gran número de muestras con respaldo estadístico. Es especialmente útil cuando no es posible realizar experimentos por limitaciones éticas, técnicas o prácticas. Su fortaleza radica en aislar factores comunes y divergentes para inferir relaciones sólidas y patrones significativos dentro de contextos complejos. Según De Groot (2016), en ciencias forenses resulta fundamental porque permite verificar identidades al comparar características compartidas entre los indicios analizados, como proyectiles, casquillos o armas.
- (ii) Aplicación en balística: en balística forense, el método comparativo es esencial para el cotejo de proyectiles o casquillos recuperados con muestras testigo obtenidas de un arma sospechosa. Se analizan las marcas de herramientas como las estrías del ánima o las señales del mecanismo de percusión para establecer si existen coincidencias o discrepancias que permitan afirmar o descartar su origen común. Este procedimiento requiere del uso de microscopios de comparación, herramientas de medición y análisis técnico visual detallado.
- (iii) Diferencia con el método relacional: aunque ambos métodos implican la observación de múltiples elementos, el método comparativo busca establecer identidades o diferencias puntuales a través del cotejo directo, mientras que el método relacional se enfoca en identificar relaciones entre variables dentro de un sistema más amplio. Es decir, el método comparativo determina si dos elementos coinciden (como un proyectil y un arma), mientras que el método relacional busca entender cómo se conectan diferentes factores dentro de una estructura causal o funcional (por ejemplo, cómo la posición del tirador, el tipo de munición y la distancia de disparo afectan el patrón de dispersión).

(f) Método experimental

- (i) Definición: el método experimental consiste en la reproducción controlada de condiciones específicas para verificar hipótesis previamente planteadas. Según Karl Popper (1959), el método experimental es fundamental en la ciencia porque permite someter las teorías a pruebas empíricas rigurosas, lo que garantiza su falsabilidad y verificación.
- (ii) Aplicación en balística forense: el método experimental se utiliza para establecer relaciones de causa y efecto entre variables. Se considera el "estándar de oro" en la investigación para determinar si un cambio en una variable (la causa) realmente provoca un cambio en otra variable (el efecto); es decir, el objetivo de determinar causa y efecto: El propósito de los disparos de prueba es establecer si una determinada





configuración o estado del arma (la causa) produce un funcionamiento esperado o un mal funcionamiento (el efecto). Si el arma falla, se busca la causa de esa falla a través de la observación, en balística se utiliza para replicar condiciones de disparo y obtener proyectiles testigos que permitan realizar cotejos comparativos.

- (iii) Pasos del método experimental en balística: la observación, hipótesis, experimento, ejecución de pruebas, análisis de resultados y conclusiones, es decir el método experimental sigue una secuencia lógica: primero se formula una hipótesis, como “el proyectil cuestionado fue disparado por la pistola incautada”. Luego se diseña el experimento, realizando disparos de prueba con la misma munición y en condiciones similares. Se ejecutan las pruebas en un entorno controlado, capturando los proyectiles testigos. Posteriormente, se analizan los resultados mediante el cotejo microscópico entre el proyectil cuestionado y los proyectiles disparados. Finalmente, se concluye si existe coincidencia en las marcas de herramientas, validando o descartando la hipótesis.

(g) Método reconstructivo

El método reconstructivo consiste en recrear el evento delictivo a partir de la evidencia recolectada, utilizando modelos físicos, simulaciones o cálculos balísticos. Según Yin (2018), la reconstrucción de eventos es esencial en ciencias forenses para verificar hipótesis y establecer relaciones causales.

- (i) Aplicación en balística forense: el método reconstructivo en balística se utiliza para determinar trayectorias, posiciones del tirador y distancias de disparo. Es esencial en casos donde se necesita precisar desde dónde se efectuó el disparo y el posible ángulo de impacto. El método reconstructivo en balística sigue una serie de pasos técnicos que permiten reconstruir con precisión los hechos ocurridos durante un evento armado. En primer lugar, se realiza la recopilación de datos, que incluye la toma de fotografías y mediciones exactas de la escena del crimen, así como el análisis detallado de impactos y orificios presentes en diversas superficies. A continuación, se pasa al modelado y simulación, utilizando herramientas como varillas de trayectoria, punteros láser y software especializado para recrear tridimensionalmente la escena y establecer la posible dirección de los disparos. Luego se procede al cálculo de distancias, donde mediante fórmulas trigonométricas se estima el ángulo de disparo, la altura aproximada del tirador y su posición en relación con el blanco. Posteriormente, se realiza una verificación experimental, replicando las trayectorias en un entorno controlado y comparando los resultados con los patrones balísticos observados en la escena real. En un caso de homicidio, se observa un impacto en la pared a una altura determinada. Mediante la reconstrucción balística, el perito establece que el disparo se realizó desde una posición elevada, lo que coincide con el relato de un testigo que observó al tirador desde una ventana.
- (ii) Diferencia con el método experimental: aunque ambos métodos buscan validar hipótesis, la diferencia principal radica en su enfoque y propósito. El método experimental reproduce un fenómeno específico (como un disparo) en un entorno controlado para analizar sus efectos bajo condiciones medibles, centrándose en pruebas técnicas repetibles. En cambio, el método reconstructivo busca recrear el contexto completo de un hecho delictivo, integrando diversos elementos trayectorias,





posiciones, distancias, cronología para explicar cómo ocurrió el evento en su totalidad, más allá de un solo disparo o prueba. Mientras el primero es puntual y controlado, el segundo es integrador y contextual.

(h) Método analítico

Tabla 3

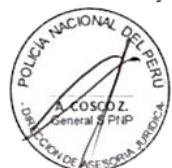
Métodos y enfoques predominantes en la investigación pericial y científica

Método / Teoría	Enfoque	Aclaración
Método inductivo	Cualitativo	Observa casos particulares para identificar patrones y generalizar teorías (Bunge, 2001).
Método deductivo	Cuantitativo	Usa teorías generales ya establecidas para verificar hipótesis específicas (Popper, 1959).
Método descriptivo	Cualitativo y Cualitativo	Documenta en detalle fenómenos sin buscar relaciones causales directas (Salkind, 2017).
Método comparativo (Cotejo)	Cuantitativo	Compara elementos mediante técnicas medibles para establecer coincidencias (DeGroot, 2016).
Método reconstructivo	Cuantitativo	Recrea escenarios mediante cálculos, simulaciones y mediciones técnicas precisas (Yin, 2018).
Método experimental	Cuantitativo	Realiza experimentos controlados para validar hipótesis mediante datos medibles.
Método analítico	Cuantitativo (con apoyo cualitativo)	Descompone un objeto en sus componentes específicos para análisis técnico detallado (Babbie, 2016).
Método relacional	Cualitativo / Cuantitativo	Busca identificar relaciones entre diversas variables y fenómenos para entender sus interacciones y conexiones internas; puede integrar ambos enfoques dependiendo de las variables analizadas.
Teoría	Marco general	Proposiciones generales que explican fenómenos observables pueden ser probadas o refutadas mediante evidencia empírica (Popper, 1959).

Nota. El cuadro sintetiza los principales métodos aplicados en la investigación científica y pericial, destacando su enfoque y utilidad en el análisis de balística forense.

El método analítico es una estrategia de investigación que consiste en descomponer un fenómeno complejo en sus partes fundamentales para estudiarlas de manera individual y detallada. Esta descomposición permite comprender el funcionamiento interno de cada elemento, así como su relación con el conjunto. Según Babbie (2016), este método es esencial en el análisis forense porque facilita la identificación y comprensión de elementos constitutivos específicos, muchas veces decisivos para esclarecer un hecho.

- (i) Aplicación en balística forense: en balística, el método analítico se aplica cuando se examinan detalladamente las partes de un arma de fuego, como el cañón, el percutor, el extractor, entre otros. También se analiza el funcionamiento mecánico, verificando si ha sido alterado, modificado o presenta fallas. En el caso de los cartuchos, se estudia cada uno de sus componentes: proyectil, casquillo, fulminante y carga propulsora, con el fin de determinar su autenticidad, tipo, fabricación o compatibilidad con ciertas armas.



(4) Tipos de informe pericial

Los informes periciales se pueden dividir de dos formas por sus conclusiones y por el tipo de examen, el primero puede ser orientativo y conclusivos y en el segundo oficiales y técnicos, este último radica la diferencia en su fiabilidad de constructo del informe pericial. El informe orientativo o preliminar: posee un carácter esencialmente provisional y descriptivo. Su función no es emitir conclusiones definitivas, sino servir como una guía inicial para la investigación, permitiendo a los investigadores explorar hipótesis de trabajo. Se centra en una descripción general del estado de la evidencia y en el análisis parcial de los primeros hallazgos, evitando cualquier identificación categórica o afirmación concluyente.

Por otro lado, el informe ejecutivo o conclusivo constituye el documento final y resolutorio del análisis pericial: su propósito es aportar una identificación clara y fundamentada que resuelva el caso, para lo cual incluye una determinación técnica completa mediante experimentación, cotejo balístico y análisis comparativo. Este informe se caracteriza por su sólida fundamentación científica, basada en métodos reproducibles, y está específicamente diseñado para ser presentado en un juicio como prueba técnica concluyente y con plena admisibilidad jurídica.

Tabla 4

Comparación entre informe orientativo y ejecutivo en balística forense

Criterio	Informe orientativo	Informe ejecutivo o conclusivo
Propósito	Guiar la investigación preliminar	Resolver el caso con evidencia concluyente
Nivel de certeza	Baja (no concluyente)	Alta (resultado definitivo)
Aplicación	Investigación preliminar	Juicio y resolución judicial
Metodología	Descripción y observación preliminar	Análisis comparativo y pruebas controladas
Valor jurídico	No admisible como prueba concluyente	Admisible en juicio

Nota. La tabla compara las principales características de los informes periciales orientativo y ejecutivo en balística forense, diferenciando su propósito, nivel de certeza, aplicación, metodología y valor jurídico. Esta distinción es clave para comprender el alcance y utilidad de cada tipo de informe en el proceso penal.

(5) Estructura del informe pericial

El informe pericial balístico constituye el documento oficial mediante el cual el perito balístico presenta, ante la autoridad judicial o administrativa competente, los resultados, procedimientos, análisis, conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación balística realizada sobre una evidencia determinada. Su estructura debe seguir criterios de claridad, rigor metodológico, objetividad científica y orden lógico, que permitan la adecuada comprensión por parte de jueces, fiscales, abogados defensores y otros peritos técnicos intervinientes. Por otro lado también se tiene el informe técnico balístico, el mismo que se formula cuando la pericia no se puede desarrollar por algún motivo o cuando se requiere alguna aclaración formulada por algún órgano judicial.

A continuación, se describe la estructura recomendada para la elaboración de un informe pericial balístico y un informe técnico:



(a) Estructura del informe pericial.

- (i) Encabezado: procedencia, datos del caso, identificación del perito y número de expediente.
- (ii) Introducción: descripción del objetivo del peritaje.
- (iii) Metodología: procedimientos empleados, es decir método, técnica e instrumentos.
- (iv) Teorías y principios: en que se fundamenta el examen.
- (v) Descripción de la evidencia: tipo de armas, proyectiles y casquillos analizados etc.
- (vi) Experimento o prueba de la hipótesis: las muestras son sometidas a examen de contraste bajo cualquier técnica e instrumentos.
- (vii) Análisis de resultados: detalle técnico de los cotejos balísticos.
- (viii) Conclusión: interpretación de los hallazgos.
- (ix) Firma y sello del perito: validación del documento.

(b) Estructura del informe técnico

- (i) Encabezado: identificación del caso y el perito.
- (ii) Objetivo: propósito técnico del informe.
- (iii) Desarrollo técnico: procedimiento de análisis específico.
- (iv) Resultados: descripción de hallazgos puntuales.
- (v) Observaciones: comentarios técnicos adicionales.
- (vi) Conclusión técnica: resumen de resultados.
- (vii) Firma y sello del perito.

(6) Conclusiones periciales de consejo balístico

Al finalizar el análisis comparativo de los proyectiles, el perito balístico debe emitir una conclusión técnica fundamentada. La interpretación de las marcas dejadas en el proyectil por el rayado helicoidal del cañón es determinante para establecer si existe correspondencia entre el arma sospechosa y la evidencia balística. Las conclusiones pueden ser de tres tipos: identificación positiva, exclusión o indeterminación.

(a) Identificación positiva.

La identificación positiva ocurre cuando el perito establece que el proyectil o la vaina en cuestión fueron disparados por el arma examinada. Para alcanzar esta conclusión, deben cumplirse los siguientes criterios:

- (i) Coincidencia en las características de clase: el número, el ancho y el sentido de las estrías deben ser idénticos en ambos proyectiles.
- (ii) Correspondencia en las características individuales: las marcas microscópicas específicas, tales como rayaduras, rebabas y huellas de desgaste propias del cañón, deben coincidir perfectamente entre el proyectil recuperado y el proyectil de prueba.
- (iii) Reproducibilidad: las marcas deben ser repetibles en múltiples disparos de prueba, garantizando que no son producto de un factor aleatorio o circunstancial (AFTE, 2022).



Desde un punto de vista criminalístico, esta conclusión implica una alta probabilidad científica de que el proyectil fue disparado por el arma sospechosa. La identificación no equivale a certeza absoluta, pero sí a un grado de certeza razonable y aceptado judicialmente.

(b) Exclusión

La exclusión se produce cuando el perito concluye que el proyectil o la vaina no pudieron ser disparados por el arma examinada. Esta determinación se basa en:

- (i) Incompatibilidad de las características de clase: el número de estrías, su ancho, profundidad o el sentido del rayado difieren notablemente.
- (ii) Diferencias en las características individuales: las marcas microscópicas no coinciden en forma, ubicación o tipo, lo que sugiere que el proyectil proviene de un arma distinta (Houck y Siegel, 2023).
- (iii) Reconocimiento de incompatibilidades estructurales: el calibre del proyectil o el tipo de arma son radicalmente distintos, descartando por completo la vinculación. Esta conclusión permite descartar el arma sospechosa como fuente del disparo, lo que puede ser decisivo para la exoneración de un imputado o la redirección de la investigación hacia otro posible responsable.

(c) Indeterminación

La indeterminación ocurre cuando los resultados del cotejo no son concluyentes, ya sea por limitaciones técnicas, estado de la evidencia o inconsistencias en las marcas balísticas. Esta conclusión puede deberse a varios factores:

- (i) Deterioro del proyectil: deformación significativa que impide el reconocimiento de las estrías.
- (ii) Insuficiencia de marcas individuales: cuando las marcas observadas no son lo suficientemente claras para establecer una identificación fiable.
- (iii) Arma con características no habituales: como el caso de rayado híbrido o progresivo, donde la mezcla de patrones complica el cotejo.
- (iv) Desgaste del cañón: las armas con cañones gastados por uso prolongado pueden generar marcas imprecisas o cambiantes.

Desde el punto de vista forense, esta situación obliga al perito a expresar en su informe que no es posible establecer una vinculación directa, pero tampoco se puede descartar el arma como fuente del proyectil. Esta conclusión debe ser clara y bien fundamentada para evitar interpretaciones erróneas en el ámbito judicial (NIST, 2023).

(7) Presentación oral en juicio

Durante su intervención en sede judicial, el perito balístico debe ajustar su exposición a una serie de principios fundamentales que garanticen la claridad, objetividad y rigor técnico de sus declaraciones. En primer lugar, es imprescindible que el perito exponga sus conclusiones y explicaciones con la mayor claridad posible, evitando el uso innecesario de tecnicismos complejos que puedan dificultar la comprensión del tribunal, los abogados o las partes procesales. La función del perito es precisamente traducir el conocimiento técnico



especializado a un lenguaje accesible y comprensible para todos los operadores jurídicos presentes.

Adicionalmente, resulta sumamente valioso que el perito adopte un enfoque didáctico durante su exposición. En este sentido, la utilización de recursos gráficos, esquemas, modelos tridimensionales o ilustraciones prácticas puede facilitar significativamente la visualización de los fenómenos balísticos analizados, permitiendo que el tribunal comprenda de forma concreta la mecánica de los disparos, las trayectorias involucradas o la posición relativa de los intervinientes.

Al mismo tiempo, el perito está obligado a mantener en todo momento una posición de estricta objetividad. No debe emitir valoraciones personales, especulaciones ni juicios de intención sobre los actos de los implicados. Su intervención debe limitarse exclusivamente a exponer los resultados periciales, los fundamentos científicos que los respaldan y la interpretación técnica de los hallazgos obtenidos, sin asumir el rol de fiscal, defensor ni juzgador. Finalmente, toda respuesta o aclaración brindada durante la audiencia debe sustentarse en el informe técnico emitido, en los procedimientos aplicados y en los principios científicos aceptados en la disciplina balística. El perito no debe improvisar conclusiones fuera del marco de lo técnicamente documentado, garantizando así que su intervención conserve plena validez probatoria y rigor científico (Haag y Haag, 2011; Heard, 2008; Di Maio, 1999).

6) Armas de fuego

a) Concepto y definición de arma de fuego

Un arma de fuego es todo dispositivo mecánico diseñado para lanzar proyectiles mediante la energía generada por la combustión de la pólvora. Este proceso produce una fuerza de impulsión que permite alcanzar una velocidad específica y generar efectos medibles en términos balísticos, como penetración, trayectoria y energía de impacto (UNODC, 2015).

Además, la definición no solo abarca las armas convencionales de uso militar o civil, sino también aquellas de fabricación artesanal o modificadas, siempre que empleen una carga de proyección basada en pólvora y otras que la ley lo considere arma, así como aquellas que son distintas a las armas de fuego y que son usadas en hechos criminales por lo que el examen balístico es fundamental para la pericia balística (Gallardo, 2023).

b) Clasificación de las armas de fuego

Desde el punto balístico, las armas de fuego no solo se analizan como objetos mecánicos, sino como instrumentos generadores de evidencia. Su clasificación técnica permite al perito determinar aspectos clave de la investigación, tales como la posibilidad de maniobra del tirador, la capacidad lesiva del arma, y el tipo de huellas que esta dejará en las evidencias balísticas recuperados (proyectiles, casquillos, impactos)

i) Según su destino

Esta clasificación se refiere a la finalidad para la que fue diseñada el arma, lo que resulta crucial para determinar su legalidad y su peligrosidad en un hecho delictivo.



Figura 107*Clasificación de las armas de fuego según su destino o finalidad*

Clasificación según su destino

Armas de guerra



Armas de caza



Armas de defensa personal



Armas deportivas



Armas de colección



Armas detonadoras



Nota. La figura describe las principales categorías de armas de fuego en función de su destino: guerra, caza, defensa personal, deporte, colección y detonadoras, destacando las características y usos típicos de cada una. Esta clasificación es fundamental para determinar la legalidad y peligrosidad de las armas en un contexto criminalístico (Di Maio, 1999).

(1) Armas de guerra

Las armas de guerra son sistemas bélicos diseñados específicamente para su uso en conflictos armados, tanto convencionales como irregulares. Estas armas están destinadas a maximizar la potencia de fuego, la capacidad de neutralización de objetivos enemigos y la efectividad táctica en campo de batalla. Suelen ser automáticas o semiautomáticas, permitiendo fuego sostenido o ráfagas controladas, y están reguladas por convenios internacionales como el Tratado sobre el Comercio de Armas (ONU, 2014).

Dentro de esta categoría encontramos los fusiles de asalto (AK-47, M16, FN SCAR), las ametralladoras ligeras (M249 SAW, PKM) y armas de apoyo como los lanzagranadas automáticos (MK19). El poder lesivo de estas armas es extremadamente alto, pudiendo generar heridas de cavitación masiva, desmembramientos y daños tisulares irreversibles (Di Maio, 1999). Su análisis forense exige técnicas especializadas para el estudio de trayectorias múltiples, gran volumen de casquillos y proyectiles recuperados, así como el empleo de softwares de reconstrucción balística tridimensional (UNODC, 2015; Heard, 2008).

(2) Armas de caza

Las armas de caza están diseñadas para la actividad cinegética, divididas en función del tipo de presa: caza menor (aves, conejos, roedores) o caza mayor (ciervos, jabalíes, grandes mamíferos). Incluyen escopetas de ánima lisa (calibre 12, 20), rifles de cerrojo (calibres .308 Win, .30-06 Springfield) y carabinas semiautomáticas (calibre .22 LR).



Desde la perspectiva forense, resulta indispensable diferenciar el uso legítimo de estas armas bajo licencias de caza, del uso ilícito en actividades como la caza furtiva, delitos rurales, o su conversión para hechos delictivos. Las características de los proyectiles, el tipo de cartucho y la distancia de disparo constituyen variables periciales clave para la reconstrucción de hechos (Heard, 2008; Mattoo, 2011). Adicionalmente, en algunos contextos criminales se utilizan escopetas de caza para asaltos violentos, dada su alta capacidad lesiva en distancias cortas (Di Maio, 1999).

(3) Armas de defensa personal

Estas armas están destinadas a la protección individual, tanto en contextos civiles como policiales, y su diseño prioriza la portabilidad, el ocultamiento y la respuesta rápida ante situaciones de peligro. Incluyen principalmente pistolas semiautomáticas (ej. Glock 19, Sig Sauer P320) y revólveres de doble acción (ej. Smith y Wesson 686, Ruger SP101).

Desde el punto de vista criminalístico, estas armas son las más frecuentemente involucradas en delitos comunes: robos, homicidios callejeros, violencia doméstica, y enfrentamientos policiales. Su análisis forense involucra estudios comparativos de proyectiles, casquillos, residuos de disparo (GSR), trayectorias balísticas y patrones de heridas, resultando vital para determinar posición de los implicados, número de disparos y armas utilizadas (Di Maio, 1999; Heard, 2008).

(4) Armas deportivas

Las armas deportivas están diseñadas bajo estrictos parámetros de precisión, ergonomía y seguridad para competencias oficiales de tiro. Presentan modificaciones técnicas como miras ópticas de alta definición, empuñaduras anatómicas, compensadores de retroceso, gatillos de presión regulada y cañones de precisión flotante.

La International Shooting Sport Federation (ISSF, 2023) regula estrictamente las especificaciones de estas armas para disciplinas como el tiro olímpico rápido (calibre .22 LR), el tiro al plato (escopetas calibre 12) o la precisión de largo alcance (rifles de alta precisión en calibre .308 Win o 6.5 Creedmoor). Aunque no son habitualmente utilizadas en crímenes comunes, existen casos documentados de uso de armas deportivas en asesinatos planificados o francotiradores ilegales, donde la precisión del arma puede ser explotada criminalmente (ISSF, 2023; Di Maio, 1999).

(5) Armas de colección

Las armas de colección comprenden armas antiguas, de alto valor histórico o sentimental, que pueden estar funcionales o desactivadas. Incluyen pistolas de chispa del siglo XVIII, revólveres Colt de 1873, fusiles Springfield 1903, o armas conmemorativas. Desde el análisis forense, su relevancia surge cuando estas piezas, aun funcionales, son utilizadas en delitos o cuando sus sistemas son adaptados ilícitamente. Su estudio balístico exige un conocimiento profundo de armas históricas, calibres obsoletos y mecanismos de ignición antiguos (Heard, 2008; Mattoo, 2011). También pueden ser relevantes en investigaciones de tráfico de antigüedades armamentísticas.



(6) Armas detonadoras

Estas armas, también llamadas de salva o fogueo, están diseñadas para emitir estampidos, fogonazos y expulsar gases sin proyectar un proyectil sólido. Son empleadas en entrenamientos, recreaciones teatrales, simulacros o como sistemas de señalización. No obstante, su uso delictivo ocurre cuando son empleadas para intimidación, asaltos, simulación de disparos reales o modificadas para disparar proyectiles letales. Como advierte DiMaio (2016), a corta distancia pueden generar quemaduras, trauma acústico, lesiones oculares e incluso heridas por sobrepresión de gases. Su análisis forense requiere determinar si han sido adaptadas para disparar munición viva (Di Maio, 2016; INTERPOL, 2020).

(7) Armas traumáticas (de impacto cinético)

Estas armas "menos letales" disparan proyectiles diseñados para incapacitar sin penetración profunda. Utilizan balas de goma, esferas plásticas, cartuchos de gas irritante o espumas cinéticas, siendo de uso común en control de multitudes, operaciones antidisturbios y defensa personal no letal. Aunque se presentan como alternativas de baja letalidad, la Oficina del Alto Comisionado de Derechos Humanos (OHCHR, 2020) ha documentado casos donde su uso inadecuado o abusivo ha causado fracturas, lesiones oculares irreversibles, daño cerebral e incluso muertes, particularmente en disparos a corta distancia o contra zonas vitales. Ejemplos incluyen los lanzadores FN 303, escopetas de goma calibre 12 o pistolas de gas adaptadas (OHCHR, 2020).

ii) Según su calibre y sistema de carga

El calibre es una de las características técnicas esenciales de las armas de fuego. Se define como el diámetro interior del ánima del cañón, expresado en milímetros (mm) o centésimas de pulgada (calibres en pulgadas). La clasificación balística divide los calibres en tres grandes categorías funcionales:

Figura 108

Clasificación de armas de fuego según el calibre y sistema de carga

Clasificación según su calibre y sistema de carga

Según su calibre	Según su sistema de carga
Grueso calibre	Avancarga
Mediano calibre	Retrocarga
Pequeño calibre	

Nota. Clasificación de las armas de fuego en función del diámetro del cañón (calibre grueso, mediano y pequeño) y el sistema de carga (avancarga y retrocarga), destacando sus aplicaciones y relevancia en el peritaje criminalístico. El calibre determina la potencia y el uso específico de cada arma, mientras que el sistema de carga influye en su funcionamiento y en la evidencia balística. (Di Maio, 1999).



(1) Grueso calibre

Corresponde a los cañones cuyo diámetro supera los 75 mm. Estas armas son propias de sistemas de artillería militar, blindados, obuses, morteros pesados y lanzadores de cohetes. Su capacidad destructiva es extremadamente alta, generando efectos letales en zonas extensas y provocando daños estructurales severos en objetivos materiales. Ejemplos incluyen el obús M777 de 155 mm o los lanzadores autopropulsados BM-30 Smerch de 300 mm. En criminalística, si bien no son comunes en hechos delictivos ordinarios, su análisis resulta relevante en conflictos armados, terrorismo, ataques a infraestructuras críticas y crímenes de guerra (Heard, 2008; Mattoo, 2011).

(2) Mediano calibre

Incluye calibres comprendidos entre los 20 mm y 75 mm. Estos sistemas son típicos de armas automáticas de apoyo, cañones antiaéreos, vehículos blindados, aeronaves militares o unidades navales. Se caracterizan por su capacidad de fuego sostenido, elevada cadencia de disparo y gran capacidad de perforación. Ejemplos son el cañón automático M61 Vulcan de 20 mm instalado en cazas militares o el cañón Oerlikon de 35 mm en defensa aérea. Aunque poco frecuentes en escenarios criminales comunes, las armas de mediano calibre son analizadas forensemente en ataques terroristas, tráfico ilícito de armamento militar o conflictos internos (Heard, 2008).

(3) Pequeño calibre

Incluye todo armamento cuyo diámetro de cañón es inferior a 20 mm. Este grupo comprende la mayoría de las armas utilizadas en ámbitos civiles, policiales, de defensa personal y de uso militar ligero. Son las armas de fuego más frecuentemente analizadas en pericias criminalísticas por su directa vinculación con homicidios, robos, asaltos, suicidios y enfrentamientos policiales. Ejemplos representativos son la pistola Glock 17 (9 mm), el fusil AR-15 (5.56 x 45 mm) o el subfusil Uzi (9 mm Parabellum). Las diferencias en el calibre influyen directamente en la capacidad de penetración, daño tisular, trayectorias internas y patrones de lesiones observados en víctimas (Di Maio, 1999; Heard, 2008; Biasotti y Murdock, 2004).

(4) Por su sistema de carga

El sistema de carga se refiere al modo en que el cartucho es introducido en el cañón antes del disparo. Este criterio es importante para determinar la antigüedad del arma, su funcionalidad, velocidad de recarga y peligrosidad operativa.

(a) Avancarga

Son armas en las que el proyectil, junto con la pólvora y el cebador, se introducen por la boca del cañón. Este mecanismo fue el estándar hasta mediados del siglo XIX, previo a la aparición del cartucho metálico integrado. Aunque obsoletas para el combate moderno, todavía existen ejemplares de avancarga utilizados por coleccionistas, recreacionistas históricos o que han sido adaptadas en ciertos contextos ilícitos. Ejemplos clásicos incluyen los mosquetes Brown Bess (calibre .75") o los rifles Springfield de avancarga. Forensemente, su hallazgo es poco habitual pero no imposible, especialmente en armas adaptadas artesanalmente (Mattoo, 2011; Heard, 2008).



(b) Retrocarga

Son aquellas armas en las que el cartucho se introduce directamente en la recámara posterior del cañón. Este sistema permite una mayor velocidad de carga, seguridad operativa y fiabilidad mecánica, convirtiéndose en el estándar universal de todas las armas de fuego modernas. Todas las armas industriales contemporáneas, desde pistolas hasta fusiles de precisión y ametralladoras, funcionan bajo el sistema de retrocarga. Ejemplos universales incluyen el fusil Remington 700, la pistola Beretta 92 FS o la escopeta Mossberg 500. Desde el punto de vista forense, el sistema de retrocarga facilita la recuperación de evidencias como vainillas percutidas, huellas de expulsión, residuos de disparo y marcas identificativas del arma (Di Maio, 1999; Heard, 2008).

Tabla 5

Ejemplos de armas de fuego según calibre y sistema de carga, y su relevancia pericial

Clasificación	Subcategoría	Ejemplos	Relevancia pericial
Calibre	Grueso calibre	Obús M777 (155 mm), Smerch (300 mm)	Crímenes de guerra, terrorismo
	Mediano calibre	M61 Vulcan (20 mm), Oerlikon (35 mm)	Conflictos armados, tráfico militar
	Pequeño calibre	Glock 17 (9 mm), AR-15 (5.56 mm)	Criminalidad común, homicidios
	Avancarga	Mosquete Brown Bess (.75")	Casos históricos, adaptaciones
Sistema de carga	Retrocarga	Beretta 92FS, Remington 700	Casos forenses actuales

Nota. Armas de fuego agrupadas por tipo de calibre y sistema de carga, y su relevancia en distintos contextos periciales. Esta clasificación resulta esencial para orientar el análisis balístico forense y la interpretación de hallazgos en investigaciones criminalísticas. Di Maio (1999).

iii) Según su funcionamiento

Determina cómo se ejecuta el disparo y el ciclo de disparo posterior.

(1) Automáticas

Arma de fuego diseñada para disparar de manera continua una serie de cartuchos con una sola presión sostenida del disparador, aprovechando la energía de retroceso o de los gases para realizar automáticamente la extracción, recarga y nuevo disparo hasta que el tirador suelta el gatillo o se agote la munición (Bureau of Alcohol, Tobacco, Firearms and Explosives [ATF], 2023).

(2) Semiautomáticas

Arma de fuego que, por cada presión y liberación del gatillo, dispara un único cartucho y utiliza parte de la energía generada (retroceso o gases) para extraer la vaina, recargar y dejar lista la siguiente munición, de modo que el tirador debe volver a accionar el gatillo para efectuar otro disparo, ejemplo: las pistolas de puño: Sig Sauer, Pietro Beretta, Star, Browning, etc., algunos fusiles AKM, GALIL, carabinas WINCHESTER, COLT M16, y pistolas especiales como la mini MGP – 84 y otros (Bureau of Alcohol, Tobacco, Firearms and Explosives [ATF], 2022).

(3) Con selector de tiro

Dispositivo de fuego portátil que incorpora un mando mecánico (palanca, botón o seguro combinado) capaz de alternar a voluntad del usuario entre al menos dos modos de disparo (p.



ej., seguro, semiautomático, ráfaga de dos-tres disparos o automático continuo). El mecanismo redirige la energía de los gases o el retroceso y regula la cadencia para optimizar precisión y consumo de munición, así como tales como el fusil: HK G41, COLT -M16 A2, el sub fusil HK-MP5, Pietro Beretta 93R y de selector automático y semiautomático tales como los fusiles: FAL, AKM, GALIL, etc., las pistolas ametralladoras MGP, FMK3 y UZI (Bureau of Alcohol, Tobacco, Firearms and Explosives) (ATF, 2024)

(4) Armas de repetición

Arma de fuego que contiene un depósito (revólver, cargador, tubular, etc.) y permite efectuar varias descargas sin recargar externamente; sin embargo, exige que el tirador accione manualmente el sistema (cerrojo, palanca, corredera, bomba) después de cada disparo para alimentar la recámara con el siguiente cartucho antes de volver a oprimir el gatillo, así como Por ejemplo fusil MAUSER, de cerrojo, carabina WINCHESTER, de palanca, escopetas MOSSBERG, MAVERICK, ITHACA (NIJ, 2023).

(5) Armas monotiro o bitiro

Arma monotiro, desprovista de depósito que sólo admite un cartucho por vez; tras disparar, el operador debe abrir el arma, extraer la vaina y recargar manualmente antes de un nuevo tiro. Su simplicidad mecánica favorece la robustez y la precisión, aunque limita la cadencia; mientras que la bitiro, es la denominación aplicada a las armas de “carga a la mano” que permiten uno o dos disparos consecutivos antes de recargar; generalmente poseen dos cañones y doble disparador o un disparador selectivo, como las escopetas yuxtapuestas/sobrepuestas o las pistolas Derringer. Tras agotar ambos cañones, el tirador realiza la recarga manual completa, Ej.: Escopetas "de quebrar, báscula o bisagrall de uno o dos cañones que pueden ser del mismo o diferente calibre, revólveres DERRINGER de dos cañones, etc. (PNP, 2006).

iv) Según su fabricación

En el ámbito de la criminalística y la balística forense, la clasificación de las armas de fuego no solo depende de su sistema de funcionamiento o calibre, sino también de su origen de fabricación, lo cual tiene profundas implicancias en la investigación criminal, el control estatal y la seguridad pública (Heard, 2008; Mattoo, 2011).

(1) Industriales

Las armas de fuego industriales son aquellas fabricadas de manera formal por empresas especializadas, bajo estándares normativos internacionales de calidad, seguridad y precisión. Su construcción implica el uso de materiales certificados, control de procesos metalúrgicos, tecnología avanzada de mecanizado, rigurosos controles de calidad, y registro serial obligatorio, lo que permite su trazabilidad comercial y legal. Estas armas son diseñadas para distintos fines: uso militar, policial, deportivo, cinegético o de defensa personal, y cumplen con especificaciones técnicas definidas por organismos internacionales como la CIP (Commission Internationale Permanente pour l'Épreuve des Armes à Feu Portatives) o el SAAMI (Sporting Arms and Ammunition Manufacturers' Institute). Ejemplos comunes de armas industriales son la pistola Glock 17, el fusil Colt M4, o la escopeta Benelli M4. Estas armas presentan características de alta confiabilidad, precisión establecida y mecanismos probados, lo que facilita también su análisis pericial balístico (Heard, 2008).



(2) Semi-industriales

Las armas semi-industriales, también conocidas como "artesanales de precisión", son aquellas elaboradas fuera de los canales de producción legal, pero con el uso de maquinaria industrial y conocimientos metalúrgicos técnicos, lo cual permite cierto nivel de acabado mecánico. A diferencia de las industriales, carecen de homologación, registro serial legítimo y control estatal. Frecuentemente son fabricadas en talleres clandestinos con maquinaria de torno, fresadora y herramientas de precisión, pero sin los estándares técnicos de seguridad ni documentación de calidad. Aunque externamente pueden presentar inscripciones, marcas o cuños falsificados que simulan ser armas legales, su seguridad estructural es limitada y suelen ser utilizadas por organizaciones criminales para eludir controles legales. Ejemplos de este tipo de armas incluyen los escopetones monotiro adaptados, pistolas tipo lapicero, o revólveres ensamblados en talleres ilegales. En el análisis forense, estas armas requieren una inspección minuciosa por presentar características irregulares en sus sistemas de percusión, cañones sin estriado uniforme o defectos estructurales (Mattoo, 2011; INTERPOL, 2020).

(3) Hechizas o caseras

Las armas hechizas, denominadas también caseras o artesanales, son aquellas fabricadas de manera rudimentaria, sin conocimiento técnico formal, utilizando materiales improvisados como caños galvanizados, resortes reciclados, maderas, tubos hidráulicos, entre otros. Su construcción suele realizarse con herramientas básicas de carpintería o ferretería y carecen de toda normativa de seguridad.

Este tipo de armas constituye un alto riesgo tanto para el usuario como para terceros, debido a la inestabilidad estructural de sus componentes, la posibilidad de obstrucción del cañón, la falta de control de presiones internas, y la imprecisión del disparo. Ejemplos comunes incluyen las llamadas "chuflas", "tramperos", "cañones de un solo disparo", o pistolas adaptadas con piezas de electrodomésticos. Estas armas son frecuentes en zonas rurales o de bajo acceso económico, así como en actividades delictivas donde se requiere fabricación rápida y clandestina (Di Maio, 1999; INTERPOL, 2020).

Tabla 6

Clasificación de armas de fuego según su tipo de fabricación, características y riesgo operativo

Tipo de fabricación	Ejemplo típico	Característica clave	Riesgo operativo
Industrial	Glock 17, Benelli M4	Certificación de fábrica, control de calidad	Bajo
Semi-industrial	Pistola tipo lapicero, escopetón adaptado	Fabricación técnica clandestina	Moderado
Hechiza	Trampero, chufla	Materiales improvisados sin norma técnica	Alto

Nota. Clasificación de armas de fuego según su modo de fabricación, ilustrando diferencias en control de calidad, seguridad operativa y nivel de riesgo. Esta distinción es fundamental para el análisis forense, ya que permite valorar la peligrosidad y las condiciones de uso en escenarios delictivos. Tomado de Di Maio (1999).

v) Según su sistema de percusión

En balística forense, uno de los aspectos técnicos fundamentales para el análisis de armas de fuego es la identificación del sistema de percusión, es decir, el mecanismo mediante el cual se produce el golpe que inicia el disparo. Cada sistema refleja una etapa de evolución histórica y tecnológica en



el desarrollo armamentístico, y su correcta identificación forense es esencial para el análisis pericial de armas antiguas, modernas, adaptadas o modificadas (Heard, 2008; Di Maio, 2016).

(1) Fuego central: (centerfire)

Representa el estándar actual en la gran mayoría de armas modernas, tanto civiles, policiales como militares. En este sistema, el fulminante se encuentra ubicado en el centro del culote del cartucho. Al ser golpeado por el percutor, detona el fulminante dando inicio a la deflagración de la pólvora. Este diseño permite trabajar con mayores presiones internas, calibres variados y recargas múltiples de los cartuchos. Ejemplos ampliamente difundidos de armas de fuego central incluyen la pistola Glock 17 en calibre 9x19 mm, el fusil de francotirador Remington 700 en calibre .308 Winchester, o ametralladoras como la FN MAG en 7.62x51 mm. Desde el análisis forense, los cartuchos de fuego central permiten realizar comparaciones balísticas con alta precisión, ya que las marcas dejadas por el percutor, el extractor y el expulsor sobre la vaina son claramente distinguibles y reproducibles bajo microscopía comparativa (Heard, 2008; Mattoo, 2011).

(2) Fuego marginal (anular): (rimfire)

Característico de calibres de baja potencia, siendo el .22 LR el más representativo. En este tipo de cartuchos, el fulminante está distribuido uniformemente en el borde o pestaña del culote. El impacto del percutor sobre el reborde externo provoca la ignición. Aunque es un sistema más simple y económico, presenta limitaciones en cuanto a la presión soportada, por lo que es exclusivo de municiones de baja energía cinética. Se encuentran comúnmente en rifles de iniciación como el Ruger 10/22, pistolas de práctica como la Walther P22, o algunos calibres antiguos como el .32 Rimfire. En criminalística, los cartuchos de fuego anular demandan especial atención durante el análisis microscópico, debido a que el borde percutido suele deformarse de manera irregular, dificultando en algunos casos la comparación balística (Di Maio, 2016; Heard, 2008).

(3) Fuego en espiga: (pinfire)

Desarrollado durante el siglo XIX como una solución intermedia entre los sistemas primitivos de chispa y los posteriores cartuchos modernos. Los cartuchos Lefauchaux poseen una pequeña espiga metálica sobresaliente lateralmente del culote. El martillo golpea esta espiga, activando el fulminante contenido en su interior. Este diseño supuso un importante avance técnico en su época, permitiendo un cartucho metálico cerrado, aunque quedó rápidamente obsoleto frente al desarrollo del fuego central. Ejemplos característicos de este sistema incluyen revólveres Lefauchaux de 12 mm utilizados en Europa durante la segunda mitad del siglo XIX. Aunque su presencia en investigaciones criminales actuales es muy escasa, su conocimiento es relevante en estudios de balística histórica, coleccionismo de armas antiguas o tráfico ilícito de armamento antiguo (Heard, 2008; Mattoo, 2011).

(4) Tipo pistón (de fulminante): (caplock)

Corresponde a uno de los primeros avances significativos tras los sistemas de chispa y mecha. Implementado a comienzos del siglo XIX, este mecanismo utiliza una cápsula fulminante de pequeño tamaño (pistón) colocada sobre una chimenea metálica conectada al oído del cañón. El martillo del arma golpea el pistón, produciendo una llamarada que viaja hasta la pólvora alojada en la recámara, generando el disparo. Este sistema permitió una considerable simplificación de las operaciones de disparo, reduciendo los fallos de ignición característicos



de los sistemas de pedernal. Ejemplos representativos son el fusil Springfield 1842 de avancarga o las pistolas de percusión Colt Navy 1851. Aunque actualmente obsoletas para el uso operativo, siguen encontrándose en colecciones, recreaciones históricas o esporádicamente en adaptaciones ilegales (Di Maio, 2016; Heard, 2008).

Figura 109

Ejemplo de mecanismo de percusión a pistón en arma de fuego histórica



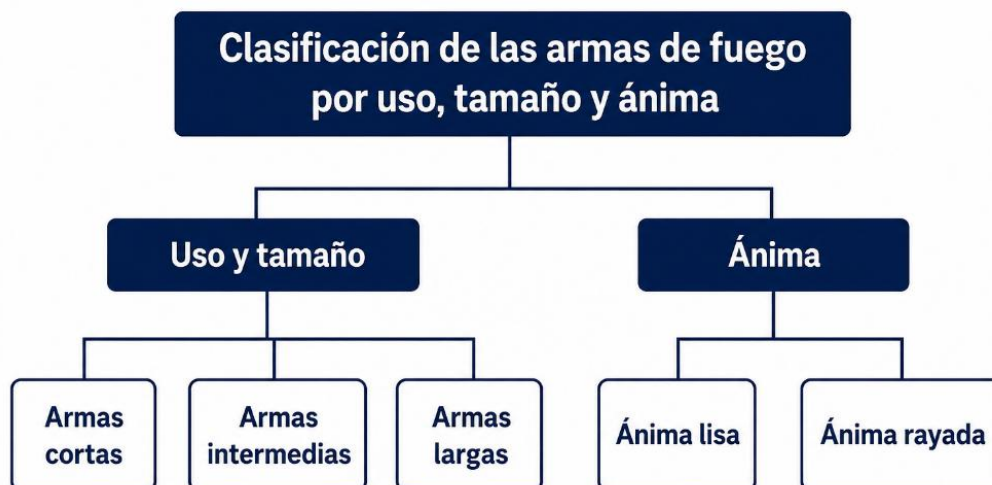
Nota. Mecanismo de percusión a pistón, utilizado en armas de fuego del siglo XIX. Este sistema emplea un pistón o cápsula fulminante que, al ser golpeado por el martillo, inicia la ignición de la carga propulsora. Es relevante en estudios de balística histórica y peritajes de armas antiguas.

vi) Según su uso, tamaño y ánima

El análisis forense de armas de fuego exige comprender su clasificación funcional, tanto por el tamaño y modalidad de uso, como por las características internas del cañón (ánima). Esta clasificación técnica permite al perito orientar adecuadamente la identificación de armas involucradas en hechos delictivos, su potencial lesivo, mecanismo de operación y naturaleza del disparo.

Figura 110

Clasificación de las armas de fuego según uso, tamaño y tipo de ánima



Nota. Clasificación de las armas de fuego en función de su uso (corto, intermedio y largo alcance), su tamaño (de puño, intermedias y largas), y el tipo de ánima (lisa o rayada), especificando ejemplos típicos en cada categoría. Esta organización resulta esencial para el peritaje balístico y la correcta identificación del arma involucrada. Tomado de Di Maio (1999).

(1) Armas cortas o de puño

Caracterizadas por su diseño compacto que facilita el transporte, ocultamiento y manipulación con una sola mano. Dentro de esta categoría se incluyen las pistolas, los revólveres y las denominadas pistolas de puño, también conocidas como escopetines o pistolones. Estas últimas, generalmente de sistema monotiro, presentan un tubo cañón cuya longitud no supera los 30 centímetros, mientras que el largo total del arma no excede los 70 centímetros. Este tipo de armas es frecuentemente utilizado en hechos delictivos de violencia urbana, robos y situaciones de defensa personal, siendo muy común su análisis en pericias balísticas criminalísticas (Heard, 2008; Di Maio, 2016).

(2) Armas intermedias (hombro-cadera)

Aquellas que permiten sujeción mixta entre el hombro y la cadera, ofreciendo mayor estabilidad de disparo y capacidad de fuego sostenido. En esta clasificación se incluyen las pistolas ametralladoras, los subfusiles, los lanzagranadas portátiles y los morteros ligeros. Aunque inicialmente diseñadas para contextos militares o policiales, estas armas también han sido utilizadas por organizaciones criminales y grupos armados ilegales, lo que exige a los peritos un conocimiento detallado de sus características mecánicas y balísticas en casos de alta violencia (Mattoo, 2011; UNODC, 2015).

(3) Armas largas (hombro-cadera)

Comprenden armamentos que requieren el apoyo del hombro para su correcta operación, debido al mayor peso y longitud del cañón. Dentro de este grupo se incluyen las ametralladoras, los fusiles, las carabinas o rifles y las escopetas. Estas armas son utilizadas tanto en operaciones militares y policiales como en prácticas deportivas y de caza. El análisis forense permite evaluar parámetros como la distancia de disparo, trayectoria balística y poder de penetración, siendo frecuentes en delitos de homicidio a larga distancia, francotiradores o emboscadas (Di Maio, 2016; Heard, 2008).

(4) Armas de ánima lisa

Carecen de estriado helicoidal en su interior, lo que genera que el proyectil no adquiera un giro estabilizador durante el vuelo. Entre estas armas se encuentran las escopetas, las pistolas de señales, las carabinas lanza-gas y diversas armas hechas o improvisadas. Desde el punto de vista forense, el análisis de los impactos producidos por armas de ánima lisa presenta particularidades, como los patrones de dispersión de perdigones y la menor posibilidad de identificación individual por ausencia de marcas de estriado en el proyectil (Heard, 2008; Mattoo, 2011).

(5) Armas de ánima rayada

Aquellas que presentan surcos helicoidales en el interior del cañón, cuya función es dotar al proyectil de un giro estabilizador en el aire, mejorando su precisión y alcance. Este grupo incluye la gran mayoría de pistolas, revólveres, fusiles y subfusiles modernos. Su análisis forense es particularmente importante, ya que el contacto del proyectil con el rayado del ánima deja huellas características (estrías y campos) que permiten la identificación individual del arma mediante microscopía comparativa (Di Maio, 2016; Heard, 2008).



7) Estudio técnico de armas de fuego

En el estudio técnico de las armas de fuego se procede primero con su identificación externa e interna, determinando el tipo de arma, calibre, marca, modelo y número de serie original, o restaurándolo si este ha sido erradicado y acabado. Seguidamente longitud del cañón y sentido del rayado helicoidal puede ser a derecha (dextrósum) o giro hacia la izquierda (sinistrósum), posteriormente se verifica la composición estructural del arma, así como su estado de conservación, observando aspectos como el acabado superficial y otras características peculiares. Finalmente, se evalúa el funcionamiento del arma para determinar si es operativo (normal funcionamiento) o inoperativo (mal funcionamiento o funcionamiento irregular), detallando claramente las causas de cualquier anomalía. Asimismo, se examinan las prestaciones específicas del arma, considerando factores de posibles modificaciones que haya sufrido.

a) Tipos de arma de fuego

i) Pistola (arma corta semiautomática)

La pistola es un arma de fuego corta en la que la recámara forma parte integrante del cañón (a diferencia del revólver). Sus componentes principales son el cañón, la corredera y el armazón, junto con una serie de mecanismos internos:

- (1) Mecanismo de automatismo y cierre: incluye el bloque de cierre (en la corredera), el muelle recuperador y su guía. Estos elementos permiten que, tras cada disparo, la corredera retroceda absorbiendo parte del retroceso, extraiga y expulse el casquillo vacío, comprima el muelle recuperador y luego retorne hacia adelante introduciendo un nuevo cartucho en la recámara (proceso semiautomático).
- (2) Mecanismo de alimentación: en pistolas, generalmente es un cargador (depósito) amovible que contiene los cartuchos en columna. La corredera, mediante su movimiento, toma el cartucho del cargador y lo introduce en la recámara.
- (3) Mecanismo de disparo: puede ser simple acción, doble acción o mixto, e involucra el gatillo, martillo/percutor (según diseño), y a veces seguros automáticos o manuales que impiden disparos accidentales.
- (4) Mecanismo de percusión: el percutor (o aguja percutora) golpea la cápsula iniciadora del cartucho cuando se acciona el disparador. En pistolas suele estar alineado con el eje del cañón (percusión central).
- (5) Mecanismo de extracción y expulsión: tras el disparo, el extractor engarza el culote del casquillo y la corredera al retroceder lo arrastra fuera de la recámara; al final del recorrido, el eyector fijo lo expulsa por la ventana de expulsión.

Seguros: las pistolas modernas incorporan diversos seguros (de aguja, de empuñadura, de cargador, etc.) para prevenir disparos no deseados.

- (6) Elementos físicos: el cañón es un tubo metálico resistente, abierto por ambos extremos. La parte posterior es la recámara, donde se aloja el cartucho al cargarse; suele ser de paredes lisas (en pistolas, a veces con estrías longitudinales finas para facilitar la extracción). Hacia su boca, el cañón presenta el ánima estriada: campos y estrías helicoidales que estabilizan el proyectil imprimiéndole rotación. La corredera es la cubierta móvil superior que aloja el cañón y el mecanismo de cierre; al disparar, retrocede y vuelve a avanzar por acción del muelle recuperador. En ella van montados también los elementos de puntería (alza y punto de mira) y a veces un seguro manual. El armazón es la estructura que integra la empuñadura y soporta el resto de piezas; en su interior se sitúan mecanismos como el disparador, palancas de



conexión, cargador (dentro de la empuñadura), etc. Tras el último cartucho disparado, un dispositivo (retenida de corredera) deja la corredera abierta indicando que no quedan municiones.

- (7) Normas básicas de seguridad: al manipular pistolas (o cualquier arma) se debe: tratar el arma siempre como si estuviera cargada, mantener el dedo fuera del disparador hasta estar listo para disparar, nunca apuntarla hacia algo que no se quiera dañar, y conocer su funcionamiento específico. Las pistolas modernas incluyen indicadores y seguros para minimizar riesgos, pero la seguridad principal es la conducta del tirador.

Figura 111

Pistola semiautomática Taurus 917C desmontada: componentes principales



Nota. Pistola Taurus 917C en estado de desarme básico, permitiendo observar sus partes esenciales: corredera, cañón, resorte recuperador, armazón y cargador. La identificación y análisis de cada componente es fundamental para la pericia balística. Adaptado de "The Return of the Taurus 917C Pistol", American Rifleman.

ii) Revólver (arma corta de tambor rotativo)

El revólver se caracteriza porque sus recámaras están dispuestas en un tambor cilíndrico giratorio separado del cañón. El tambor contiene típicamente 5 a 7 recámaras (según calibre y modelo), que van alineándose sucesivamente con el cañón al amartillar el arma (simple acción) o accionar el disparador (en doble acción).

Partes principales del revólver:

- (1) Cañón: fijo al armazón, suele ser estriado internamente. A diferencia de la pistola, el revólver no posee recámara en el cañón; las recámaras son los orificios del tambor donde se colocan los cartuchos. La parte trasera del ánima del cañón tiene un ligero estrechamiento troncocónico (llamado cono de forzamiento) que guía la bala desde el tambor hacia el estriado del cañón.
- (2) Tambor: pieza cilíndrica giratoria que funciona a la vez como cargador y conjunto de recámaras. Cada orificio del tambor es una recámara donde se inserta un cartucho. El tambor gira sobre su eje central para posicionar cada recámara alineada con el cañón sucesivamente. Dependiendo del modelo, el tambor puede volcar hacia un lado para la carga/extracción simultánea de casquillos (revólveres de "tambor basculante", típico en la mayoría de diseños modernos como los Smith y Wesson), o puede ser fijo con una puerta de carga (en modelos antiguos tipo "colt single action" o algunos revólveres de cañón basculante).



- (3) Armazón: la pieza de soporte que integra el cañón y el mecanismo de disparo, y envuelve en parte el tambor. El armazón provee la empuñadura y contiene los mecanismos internos (martillo percutor, disparador, trinquete de giro del tambor, fiador, etc.).
 - (4) Mecanismos de apertura y cierre del tambor: en revólveres modernos generalmente el tambor bascula lateralmente al presionar un seguro, permitiendo extraer simultáneamente todos los casquillos con la varilla extractora central. En otros diseños antiguos, el cañón junto al tambor bascula hacia abajo (revólveres "top-break"), o se carga por una portilla sin bascular el tambor (requiere extraer cada casquillo individualmente).
- (a) Funcionamiento: al accionar el disparador (en doble acción) o amartillar y luego presionar el disparador (en simple acción), el martillo percutor golpea el fulminante del cartucho alineado con el cañón, provocando el disparo. Los gases impulsan la bala por el cañón. Los revólveres no tienen sistema de extracción automática; tras los disparos, los casquillos quedan en sus recámaras y deben extraerse manualmente (usualmente empujando la varilla extractora que expulsa todos a la vez en modelos de tambor basculante). Los revólveres generalmente carecen de seguros manuales; su seguridad radica en la dureza del disparador en doble acción y en mantener el martillo descargado sobre una recámara vacía en modelos antiguos.

Figura 112

Revólver con cilindro desmontado y cartuchos: componentes esenciales en el análisis balístico



Nota. Revólver con el cilindro desmontado y cartuchos asociados, lo que permite visualizar tanto los mecanismos internos como el tipo de munición compatible. Adaptado de American Rifleman.

iii) Las carabinas

Constituyen un tipo de arma de fuego larga, diseñada originalmente para la caza mayor, aunque actualmente su uso también se ha diversificado en los ámbitos policiales y militares. Su característica principal radica en su longitud intermedia, siendo generalmente más cortas que los fusiles estándar, lo que las hace más manejables en espacios reducidos sin sacrificar significativamente la precisión. Las carabinas de caza comúnmente operan bajo sistemas de tiro por tiro (monotiro o repetición manual), entre los cuales destacan los mecanismos de cerrojo, palanca inferior o asa de palanca horizontal (Hogg y Weeks, 2000).

Por otro lado, existen carabinas especialmente diseñadas para uso institucional, adaptadas con selectores de fuego que permiten disparos semiautomáticos o automáticos, ampliando su capacidad de respuesta táctica en operaciones policiales y militares. Este diseño híbrido permite que una



misma plataforma pueda emplearse tanto en funciones defensivas como ofensivas en escenarios de intervención urbana o rural (Heard, 2008).

En cuanto a la munición, las carabinas pueden emplear diversos calibres, siendo los más habituales el .22 LR, .223 Remington, .308 Winchester y el clásico .30-30 Winchester. No obstante, en el contexto militar y policial, es frecuente el uso de cartuchos equivalentes a los estándares bélicos como el 5.56x45 mm NATO (equivalente al .223 Remington) o el 7.62x51 mm NATO (equivalente al .308 Winchester). Estos cartuchos presentan menores cargas propulsoras que algunos proyectiles de guerra de alta penetración, pero conservan una capacidad balística eficiente para el propósito específico de cada operación (Di Maio, 2016; Mattoo, 2011).

Figura 113

Carabinas Savage Revel Classic y Savage Revel DLX.



Nota. Dos carabinas de palanca, modelos Savage Revel Classic y Savage Revel DLX, junto a cartuchos. Estas armas largas son representativas de los modernos rifles de repetición utilizados en caza y tiro deportivo. Fuente: Adaptado de "Review: Savage Arms Revel", American Rifleman.

iv) Lanzagranadas

Constituyen armas intermedias de tiro curvo, retrocarga y generalmente de ánima lisa, diseñadas para el lanzamiento de proyectiles explosivos, fumígenos, lacrimógenos o de efectos especiales. Su diseño permite disparar municiones de mediano a grueso calibre, generando trayectorias parabólicas que facilitan el alcance de objetivos tras obstáculos o en posiciones protegidas. Dependiendo del modelo y sistema operativo, pueden emplear granadas de guerra (alto explosivo), de control de disturbios (gases irritantes), o de señalización (fumígenas o luminosas) (Heard, 2008; Hogg y Weeks, 2000). Un ejemplo de lanzagranadas automático es el AGS-17 "Llama", capaz de disparar en modo semiautomático o automático proyectiles de gran calibre a corta distancia, generando un efecto de tiro tenso aprovechando la velocidad inicial del proyectil. Esta característica exige tomar consideraciones de seguridad adicionales, dado el alto riesgo de lesiones letales por impacto directo (Mattoo, 2011).

Adicionalmente, muchos fusiles de asalto modernos están diseñados para incorporar módulos de lanzamiento de granadas o utilizar adaptaciones específicas para el disparo de granadas de fusil. En este último sistema, se emplea un cartucho propulsor o de proyección colocado en la recámara del fusil, mientras que la granada se inserta en la boca del cañón. Fusiles como el HK G41 A3 o el



FN FAL han sido diseñados para admitir estos accesorios, ampliando su capacidad de empleo en el campo de batalla o en operaciones tácticas (Di Maio, 2016; Heard, 2008).

Figura 114

Lanzagranadas múltiple RDS40 MGL



Nota. Lanzagranadas múltiple RDS40 MGL. Este tipo de arma es utilizado en intervenciones militares y policiales, facilitando el lanzamiento rápido y preciso de munición no letal o letal. Adaptado de "RDS40 MGL: El lanzagranadas múltiple de cañón de acero más ligero que existe", Defensa.com.

v) Fusil

El fusil es un arma larga diseñada principalmente para fines militares y policiales, caracterizada por su alta precisión, alcance extendido y capacidad de fuego controlado o automático. Estas armas de fuego, generalmente de pequeño calibre (por ejemplo, 5.56x45 mm o 7.62x51 mm), combinan la portabilidad individual con el potencial de generar fuego sostenido o selectivo en combate. Su diseño ergonómico permite ser transportado mediante bandolera, llevado al hombro o sostenido al porta, siempre operado a dos manos, lo cual otorga estabilidad durante el disparo (Mattoo, 2011; Heard, 2008).

Estructuralmente, los fusiles cuentan con componentes esenciales como guardamano, empuñadura y culata fija o retráctil, facilitando su manipulación en diferentes posiciones de tiro. El sistema de funcionamiento de los fusiles modernos incluye un selector de tiro, permitiendo al operador elegir entre diversas modalidades: seguro (prevención del disparo), tiro semiautomático (un disparo por cada presión del gatillo), fuego automático (ráfagas continuas mientras se mantiene presionado el disparador), y en ciertos modelos, el modo de ráfaga controlada de tres disparos (automatismo limitado), implementado para optimizar el control de fuego en situaciones tácticas (Heard, 2008; Hogg y Weeks, 2000). Entre los modelos de fusiles más difundidos a nivel mundial y de frecuente estudio balístico en escenarios de guerra o enfrentamientos armados destacan el AKM (7.62x39 mm), el FAL (7.62x51 mm), el GALIL (5.56x45 mm), así como los modelos con ráfaga controlada como el HK G41 A3 y el COLT M16 A2, este último emblemático dentro del sistema de armas de las fuerzas armadas de múltiples países (Hogg y Weeks, 2000).



Figura 115

Fusil AK-47: vista ensamblada y despiece básico de sus componentes principales



Nota. Fusil AK-47 en dos estados: completamente ensamblado y parcialmente desmontado, mostrando componentes como el cargador, varilla de limpieza, muelle recuperador, cubierta, pistón, y piezas del sistema de disparo. El reconocimiento y análisis de partes es fundamental en la identificación balística y la investigación criminalística. Disponible en: <https://acortar.link/YRqLuO>.

vi) Ametralladora

Se trata de un arma de fuego larga que opera con cintas de munición o cargadores especiales, y cuya característica principal es su capacidad para realizar disparos continuos en ráfaga, siempre que haya sido previamente rastrillada y se mantenga presionado el disparador. Estas armas, de funcionamiento automático, suelen contar únicamente con dos posiciones en el selector de tiro: seguro y ráfaga, aunque algunos modelos modernos, especialmente en versiones ligeras, también permiten el disparo semiautomático. A diferencia del fusil, están construidas con cañones diseñados para resistir altas temperaturas y estructuras reforzadas que soportan la presión generada por los disparos sucesivos. Dependiendo de su calibre, peso y tamaño, pueden emplearse de forma individual (como las ametralladoras ligeras) o colectiva (en el caso de las pesadas), y son efectivas tanto contra objetivos aislados como contra grupos, ya sea en combate terrestre o en defensa antiaérea. Ejemplos comunes de este tipo de armas incluyen la HK21E, RPG, ZB30 y la Browning calibre .30.

Figura 116

Ametralladora MG3 con cinta de munición: arma automática de uso militar



Nota. Ametralladora MG3 montada en bípode, acompañada de una cinta de munición. Este modelo es representativo de las armas automáticas de soporte utilizadas en contextos militares, relevantes en estudios balísticos comparativos y peritajes de armamento de guerra.

vii) Mortero

Los morteros son armas intermedias diseñadas para el lanzamiento de granadas de guerra y su uso es generalmente colectivo. Se fabrican en calibres medianos (como el de 60 mm) y grandes (hasta 81 mm). Los modelos más antiguos carecen de mecanismos de disparo automáticos; en su lugar, se colocan directamente sobre el terreno, utilizando una base fija y un trípode para ajustar el ángulo de tiro hacia el objetivo.

La granada se introduce en el tubo del cañón sosteniéndola con ambas manos, insertando aproximadamente dos tercios de su longitud. Al soltarla, la espoleta se activa por el impacto con el percutor y el proyectil es lanzado.

En cambio, los morteros modernos emplean cartuchos de proyección que contienen una carga propulsora. Los gases generados por esta carga pueden controlarse mediante una válvula, lo que permite modificar el alcance del disparo. Si la válvula se encuentra abierta, el rango efectivo varía entre los 100 y 300 metros; al cerrarla, se puede alcanzar una distancia de hasta 500 metros. Estos cartuchos suelen almacenarse en cargadores con una capacidad estándar de 10 unidades.

Figura 117

Mortero militar de gran calibre: arma de apoyo para fuego indirecto



Nota. Mortero militar de gran calibre, un sistema de artillería utilizado para fuego indirecto, frecuentemente empleado en operaciones militares y análisis balísticos de armas de guerra. El estudio forense de este tipo de armamento es fundamental en contextos de derecho internacional humanitario y criminalística de conflictos armados.

viii) Escopetas (armas largas de ánima lisa)

Se denominan armas de ánima lisa aquellas diseñadas para disparar cartuchos con proyectiles múltiples (perdigones o postas) – comúnmente conocidas como escopetas. A diferencia de fusiles y carabinas, las escopetas no tienen estriado en el cañón (de ahí “ánima lisa”), ya que lanzan numerosas esferas pequeñas que no requieren estabilización por giro. Tradicionalmente son armas de caza, aunque también se emplean en contexto policial (cartuchos de balas de goma, munición de fogeo, etc.) o táctico militar (munición “00 buckshot”, slug, etc.).

- (1) Elementos principales de una escopeta: muchas escopetas son de doble cañón (ya sea juxtapuestos horizontalmente o superpuestos verticalmente), aunque también las hay de cañón simple. Existen escopetas de repetición (como las de corredera o “pump-action”, y las de palanca) y escopetas semiautomáticas. Partes básicas:





- (a) **Báscula:** es el bloque central (en escopetas de cañón abatible) que conecta con la culata y donde encajan los cañones mediante bisagras. En la báscula se encuentran los mecanismos de cierre y disparo. Su forma depende del tipo de mecanismo.
- (b) **Cierres:** aseguran que la escopeta permanezca bloqueada al disparar. Uno de los más comunes es el cierre doble Purdey (dos pasadores que traban los cañones a la báscula). Escopetas modernas suelen combinar cierres: doble Purdey accionado por una palanca superior (sistema Greener) que proporciona un cierre automático robusto.
- (c) **Cañón(es):** fabricados en acero, constan de recámara (donde va el cartucho) y el cañón propiamente dicho. En escopetas, el interior del cañón es cilíndrico en la mayor parte de su longitud, pero en los últimos centímetros antes de la boca se estrecha ligeramente formando el estrangulador o choke. El choke es fundamental: controla la dispersión de los perdigones. Se define como la diferencia entre el diámetro interno en la boca y el diámetro a unos 22 cm atrás. Ejemplos típicos: cañón calibre 12 con choke "full" puede tener ~18 mm en la boca vs ~18.5 mm antes del choke. Este estrechamiento aumenta el alcance efectivo y la densidad del plomeo (concentración de perdigones).

Hay distintos tipos: choke fijo (constricción permanente mecanizada en el cañón) y chokes intercambiables (cilindros roscados que permiten variar el choke). También existen sistemas ajustables como Poly Choke (un anillo giratorio en la boca que ajusta la constricción) o Automatic Choke (con estrangulamiento progresivo disparo a disparo).
- (d) **Longitud del cañón:** suele oscilar entre 68 y 75 cm en escopetas estándar, ya que longitudes en ese rango ofrecen buen balance entre alcance y maniobrabilidad sin afectar significativamente el patrón de plomeo.
- (e) **Sistema de alimentación y expulsión:** en escopetas de corredera (pump), debajo del cañón hay un almacén tubular de cartuchos; accionando la corredera se carga/extrae. En escopetas semiautomáticas, la acción de los gases o del retroceso expulsa el casquillo y recarga el siguiente cartucho del almacén tubular. Las escopetas de cañón abatible (monotiro o dobles) requieren abrir manualmente la báscula para extraer (manualmente o con eyector automático) los casquillos y recargar.
- (f) **Calibre en escopetas:** se expresa mediante un número seguido de la palabra "Gauge" (calibre en estilo anglosajón). El calibre de escopeta se define de forma antigua: es el número de esferas de plomo del diámetro del ánima que conforman una libra inglesa de peso. Por ejemplo, calibre 12 significa que 12 esferas del diámetro interno del cañón pesan una libra en total (Aprox. 18.5 mm de diámetro cada una); calibre 20 significaría 20 esferas (Aprox. 15.6 mm cada una), etc.

Así, calibres menores numéricamente implican cañones de mayor diámetro. Los más comunes: 12, 16, 20 (siendo 12 el de mayor diámetro). Actualmente ya no se calcula así cada vez, sino que se establecen diámetros estándar: por ejemplo, para 12 Ga ~18.2 mm; 16 Ga ~16.8 mm; 20 Ga ~15.7 mm, etc.



Figura 118

Escopeta Mossberg 940 Pro Táctica: arma de repetición.



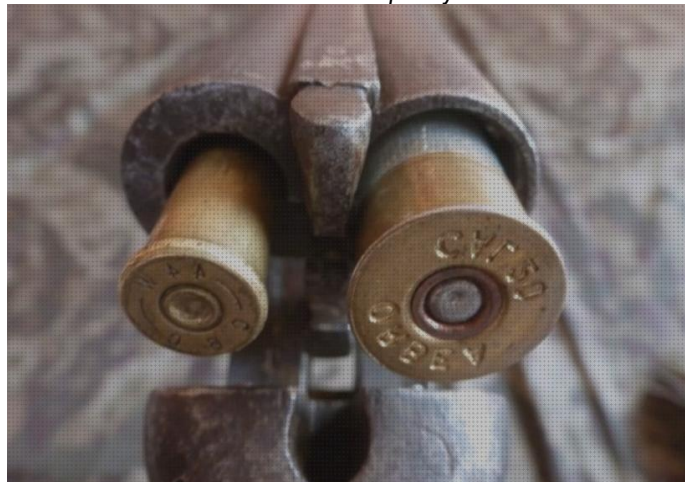
Nota. Escopeta semiautomática Mossberg 940 Pro Tactical, junto a cartuchos de diferentes tipos. Este modelo es representativo de las armas utilizadas en ámbitos policiales, de defensa y deportivos. El análisis de escopetas y munición asociada es relevante en peritajes balísticos y reconstrucción de eventos. Tomado de "Mossberg Introduce SPX Professional Models to 940 Pro Tactical Line", American Rifleman.

ix) Arma combinada (escopeta y carabina)

El arma combinada, también conocida como escopeta-carabina o escopeta mixta, es un tipo de arma larga que cuenta con dos cañones de distintos calibres: uno con ánima lisa y otro con ánima rayada. Su diseño permite emplear diferentes tipos de munición, lo que la convierte en una herramienta versátil. Se trata de un arma mixta con cañones basculantes, los cuales pueden estar dispuestos de forma alternada o superpuesta, dependiendo del modelo, combinando así las funciones de una escopeta y una carabina en un solo sistema.

Figura 119

Cámaras de arma combinada: escopeta y rifle en un sistema



Nota. Bases de cartuchos en un arma combinada, diseñada para disparar tanto munición de escopeta como de rifle. Este tipo de arma permite versatilidad en el uso de diferentes tipos de munición, lo que resulta relevante en peritajes balísticos, análisis de compatibilidad y reconstrucción de hechos. Tomado de 101Airsoft.



x) Armas convertibles (de pistola a carabina)

Las armas convertibles son, por lo general, armas cortas que pueden transformarse en armas intermedias o largas sin necesidad de modificar su calibre original. Este tipo de diseño ofrece versatilidad operativa, permitiendo adaptar el arma según la necesidad táctica. Un ejemplo representativo es la pistola Thompson/Center, que puede convertirse en una carabina calibre .223" mediante el cambio de componentes específicos.

Figura 120

Despiece básico de pistola y carabina neumática convertible



Nota. Kit de arma neumática convertible, en el que pueden apreciarse el cañón, culata, cuerpo principal y accesorios, permitiendo su configuración tanto como pistola de aire comprimido como carabina. Este tipo de armas son relevantes en peritajes criminalísticos por su fácil modificación y particularidades balísticas. Tomado de Armas.es

b) Armas con cañones con ánima rayada

Se conoce como arma de fuego de ánima rayada a aquella cuyo cañón presenta en su interior un rayado helicoidal, de forma convencional poligonal o semi poligonal y otros. Estas rayas son pequeños surcos de alrededor de una décima de milímetro de profundidad en el caso del rayado helicoidal de forma convencional y aún más sutiles en el rayado poligonal que recorren el ánima en espiral, girando hacia la derecha (dextrósum) o hacia la izquierda (sinistrósum). Su función principal es imprimir al proyectil un movimiento de rotación sobre su eje, lo que le otorga mayor estabilidad durante el vuelo, favoreciendo así tanto su precisión como su alcance.

El estudio de este tipo de armas se enfoca principalmente en tres aspectos: el tipo de rayado presente en el ánima, el calibre del arma y la longitud del cañón. En general, se reconocen dos tipos básicos de rayado en los cañones: el convencional, con surcos bien definidos, y el poligonal de formas más suaves y menos profundas, que también cumple con la función de estabilizar el proyectil.

- Número de estrías: cuántas estrías/campos tiene el cañón (p.ej., 4, 5, 6, 8 estrías, varía según el tipo de arma de fuego y modelo).
- Sentido de giro: la hélice puede girar a la derecha (dextrósum) o a la izquierda (sinistrósum). La mayoría de fabricantes usan giro a la derecha, aunque algunos (Unique, Ruby, Llama, Colt, etc.) adoptan giro a la izquierda en ciertos modelos.



- iii) Paso de estría: la distancia que debe recorrer el proyectil para completar una revolución dentro del cañón. Puede ser paso constante (la inclinación es uniforme en todo el cañón; la mayoría de armas portátiles lo tienen) o paso progresivo (el estriado inicia con inclinación suave que aumenta gradualmente hacia la boca; esto se usó principalmente en artillería para combinar ventajas de baja fricción inicial y alta estabilización final). Un paso adecuado significa que la bala sale estabilizada; pasos demasiado cortos (giro muy rápido) pueden inducir deriva giroscópica y estrés excesivo, pasos demasiado largos (giro lento) pueden no estabilizar bien proyectiles largos.
- iv) Profundidad y ancho de estrías: diseñados para cada calibre y tipo de proyectil; suficientes para “agarrar” la bala sin que esta patine ni cause desgaste prematuro. Suelen ser más profundos en armas pensadas para proyectiles de plomo desnudo (más blandos) y menos profundos en armas para balas encamisadas (más duras).
- v) Perfil de las estrías: estrías pueden tener distintos perfiles (por ejemplo: estilo Land and Groove tradicional con aristas, o perfiles poligonales más redondeados como en pistolas Glock y HK). Esto influye en las marcas dejadas en la bala (los estriados poligonales dejan huellas más suaves sin bordes definidos, dificultando a veces la comparación forense).
- vi) En el caso de fusiles y carabinas: se distinguen por longitud de cañón: se suele llamar fusil cuando el cañón es >56 cm, y carabina cuando es ≤ 56 cm, siendo las carabinas más cortas y manejables, pero generalmente de menor alcance o precisión que un fusil del mismo calibre. Ambos tienen ánima rayada y mecanismos similares (cerrojo manual, semiauto, etc.), pero usan municiones diversas (p.ej., fusil calibre 7.62x51mm vs carabina calibre .30 M1).

c) Armas con cañones con ánima lisa

La escopeta es un tipo de arma diseñada para disparar perdigones contenidos en un cartucho, proyectándolos a una velocidad específica y permitiendo su adecuada dispersión. Para cumplir con esta función, el interior del cañón no necesita tener estrías, a diferencia de lo que ocurre en los rifles. Por eso, las escopetas suelen clasificarse como armas de cañón liso o ánima lisa, ya que su superficie interna desde la recámara hasta la boca del cañón carece de rayado. No obstante, en la actualidad también existen modelos con ánimas que no son completamente lisas.

Las escopetas de ánima lisa merecen una atención particular, sobre todo en el ámbito forense, ya que el análisis de la distancia del disparo y la cantidad de proyectiles puede determinarse a partir del patrón de dispersión y otros efectos asociados. Aunque se consideran armas sin rayado junto con ciertos rifles y armas especiales, las escopetas tienen una gran presencia en contextos civiles y comunitarios. Son ampliamente utilizadas por empresas de seguridad, rondas campesinas, comités de autodefensa y cazadores, lo que justifica su estudio detallado.

- i) Escopeta: es un arma de fuego larga que puede contar con uno o más cañones, dispuestos ya sea en forma vertical (superpuestos) u horizontal (yuxtapuestos). Tradicionalmente poseen ánima lisa, aunque en la actualidad también existen versiones con ánima rayada para disparos más precisos a corta distancia. Pueden ser cargadas por la boca del cañón (avancarga) o por la parte posterior (retrocarga) y existen en variantes de disparo único, repetición, semiautomática y automática, según el modelo y su sistema de funcionamiento.
- ii) Escopeta de un solo cañón, tiro a tiro: esta arma larga, también conocida como arma de hombro, tiene un solo cañón de ánima lisa y no dispone de cargador. Cada disparo requiere que el tirador



cargue y descargue manualmente el cartucho. Su uso está enfocado en el disparo de munición con perdigones.

Figura 121

Escopeta de un solo cañón basculante: arma de fuego de uso común en caza y deportes



Nota. Escopeta de un solo cañón con mecanismo basculante, diseño característico de armas empleadas en caza deportiva y tiro recreativo. Este tipo de arma es relevante en la investigación forense por sus particularidades balísticas y la variedad de municiones que puede emplear. Tomado de Yurkap.

- iii) Escopeta tiro a tiro de cañones yuxtapuestos y de tres cañones: se trata de un arma larga con dos cañones lisos alineados en paralelo de forma horizontal. Su sistema es de tipo basculante, lo que permite abrir el arma para cargar manualmente. Está diseñada principalmente para disparar cartuchos de perdigones.

Por otro lado, la de tres cañones Se trata de una escopeta con sistema de cierre a báscula, cuyos tres cañones lisos se encuentran soldados en forma de trébol.

Figura 122

Escopeta de doble cañón basculante con cartuchos: arma de fuego de uso deportivo y cinegético



Nota. Escopeta de doble cañón basculante, cargada con cartuchos de escopeta. Este tipo de arma es común en la caza y el tiro deportivo, y su análisis balístico es relevante para la identificación de patrones de dispersión y compatibilidad de municiones. Adaptado de Yurkap.



- iv) Escopeta tiro a tiro de cañones superpuestos: similar a la anterior, pero con los dos cañones colocados en línea vertical (uno encima del otro). También cuenta con sistema basculante y carga manual, siendo su función principal el disparo de cartuchos con perdigones.

Figura 123

Escopeta superpuesta de doble cañón: arma de fuego de uso deportivo y cinegético



Nota. Escopeta superpuesta de doble cañón, un diseño frecuente en disciplinas deportivas de tiro al plato y caza. La disposición vertical de los cañones mejora la precisión y el control, siendo relevante en el análisis balístico de patrones de dispersión y en investigaciones criminalísticas. Adaptado de Yurkap.

- v) Escopeta de repetición: es un arma larga con ánima lisa, en la que el usuario realiza la carga y descarga por medio de un sistema mecánico conectado a un almacén cargador. Está diseñada para disparar perdigones y permite varios disparos antes de recargar.

Figura 124

Escopeta de corredera (pump-action): arma de fuego de repetición utilizada en seguridad y defensa



Nota. Escopeta de corredera, también conocida como pump-action, caracterizada por su mecanismo manual de repetición. Estas armas son ampliamente empleadas en cuerpos policiales, defensa personal y contextos de seguridad. Adaptado de Yurkap.

- vi) Escopeta semiautomática: en esta versión, el arma realiza de forma automática el ciclo de carga y extracción de cartuchos con cada presión del disparador, hasta agotar la munición disponible en el cargador. Es de ánima lisa y su uso principal también es con perdigones.
- vii) Escopeta automática: es un arma de hombro de ánima lisa que dispara en ráfaga mientras el tirador mantenga presionado el disparador, o hasta agotar el cargador. Puede disparar perdigones, postas o proyectiles de núcleo sólido (balas), y usualmente cuenta con un selector de fuego para cambiar a modo semiautomático.



- viii) Escopeta “Drilling”: este tipo de escopeta combina dos tipos de cañón: uno liso y otro rayado, ofreciendo al tirador la posibilidad de disparar distintos tipos de munición desde un mismo sistema.

Figura 125

Escopeta combinada (mixta) de cañones superpuestos: arma con doble funcionalidad para cartuchos y proyectiles



Nota. Escopeta combinada, también llamada escopeta mixta, equipada con cañones de diferente calibre: uno para cartuchos de escopeta y otro para munición de proyectil. Este tipo de arma es común en la caza especializada y plantea desafíos periciales en la identificación de trayectorias balísticas y análisis forense de evidencias en la escena.

- ix) Escopeta “Vierling”: es una versión más compleja que la “Drilling”, equipada con cuatro cañones: dos de ánima lisa y dos rayados. Esta configuración le da una gran versatilidad para diferentes tipos de disparo y condiciones de uso.

Figura 126

Arma combinada de cuatro cañones (Vierling): escopeta y rifles integrados



Nota. Sofisticada arma combinada de cuatro cañones (conocida como “Vierling”), compuesta por dos cañones de rifle 8x57R, un cañón para .22 Hornet y un cañón de escopeta calibre 20, con un elaborado grabado y diseño artístico. Este tipo de armas es poco frecuente y de alto valor pericial debido a la complejidad para el análisis balístico y la identificación de trayectorias o residuos de disparo. Tomado de Last Stand On Zombie Island.

- d) Identificación básica de un arma de fuego

Identificación básica de un arma a simple vista o inspección se obtienen datos identificativos en un arma de fuego, tales como:

- i) Tipo de arma: pistola, revólver, escopeta, fusil, carabina, sub-ametralladora, ametralladora, etc.
- ii) Marca (fabricante): nombre o logotipo del fabricante (ej. Browning, Colt, Glock, Smith y Wesson, Remington, etc.), usualmente grabado en el armazón o corredera.
- iii) Modelo: denominación específica dada por el fabricante (por ejemplo “Beretta 92FS”, “Glock 17”, “AK-47”). Suele estar marcado en el arma.
- iv) País de fabricación: a veces indicado junto a la marca.
- v) Calibre del arma: grabado típicamente en el cañón o recámara (p.ej., “9mm Para”, “.38 SPL”, “Cal. 12 GA”).
- vi) Número de serie: código único de identificación del arma, grabado en el armazón (y a veces en cañón y corredera también). Este número permite rastrear el origen legal del arma.
- vii) Marcas de banco de pruebas: sellos o punzones aplicados en fábricas o bancos oficiales indicando que el arma fue probada y certificada (comunes en armas europeas; p.ej., sello CIP).

En cuanto al funcionamiento, cabe mencionar las modalidades de disparo:

- (1) Repetición manual: el usuario efectúa acciones mecánicas para recargar entre disparos (ej. fusil de cerrojo, escopeta de corredera).
- (2) Semiautomático: el arma utiliza parte de la energía de cada disparo (gases o retroceso) para recargar y quedar lista para el siguiente tiro, disparando una sola vez por cada vez que se aprieta el disparador (p. ej., pistolas, fusiles semiauto).
- (3) Automático: mientras el disparador se mantenga oprimido, el arma dispara ráfaga continua de proyectiles, recargando y disparando sucesivamente hasta soltar el disparador o agotar la munición (p.ej., ametralladoras, algunos fusiles de asalto en modo automático). Algunos sistemas ofrecen fuego selectivo, con posiciones de seguro, semiauto y auto (o ráfagas limitadas).

Figura 127
Partes anatómicas de un revólver

REVOLVER



Nota. Componentes principales de un revólver: martillo, alza, cañón, guion, boca del cañón, eje de tambor, tambor, guardamonte, gatillo, culata, cacha, empuñadura, marca o logo y espolón del martillo. Estos elementos son esenciales para la identificación, manipulación segura y el análisis pericial del arma en investigaciones criminalísticas.



Figura 128

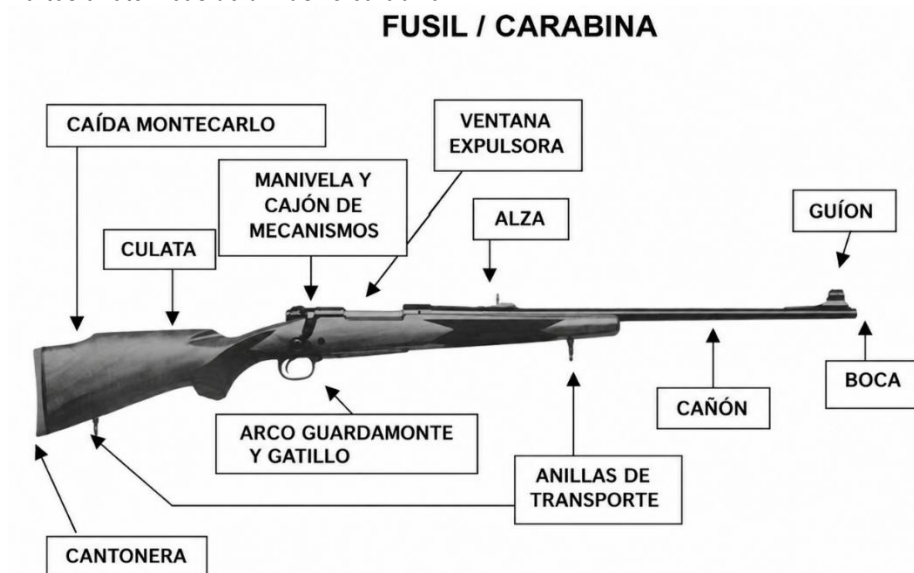
Partes anatómicas de una pistola semiautomática



Nota. Componentes principales de una pistola semiautomática: alza, ventana expulsora, corredera, guion, boca del cañón, guardamonte, gatillo, cargador y su alojamiento, culata, cacha, empuñadura, cola de castor, seguro y desmartillado, y martillo. La identificación de estas partes es fundamental para el análisis balístico, la manipulación segura y la investigación forense de armas de fuego.

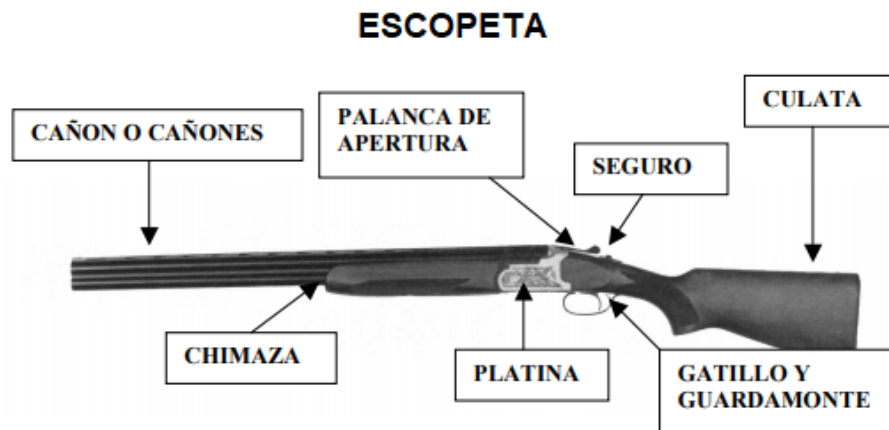
Figura 129

Partes anatómicas de un fusil o carabina



Nota. Componentes principales de un fusil/carabina: caída Montecarlo, culata, cantonera, manivela y cajón de mecanismos, arco guardamonte y gatillo, ventana expulsora, alza, anillas de transporte, cañón, guion y boca. El conocimiento y la identificación de estas partes es esencial para el análisis balístico, la clasificación de armas largas y la investigación criminalística de hechos con armas de fuego.

Figura 130
Partes anatómicas de una escopeta



Nota. Componentes principales de una escopeta: cañón o cañones, chimaza, palanca de apertura, platina, seguro, gatillo y guardamonte, y culata. La correcta identificación de estas partes es esencial para la descripción técnica del arma, la clasificación y el análisis en investigaciones criminalísticas y balísticas.

8) Cartuchería

Se entiende por cartuchería el conjunto de elementos que conforman un cartucho completo listo para disparar. Un cartucho moderno típico está compuesto por: un casquillo (vaina contenedora), una cápsula iniciadora (fulminante) encajada generalmente en el culote del casquillo, la carga de pólvora en el interior, y el proyectil (bala o perdigones, según el tipo de cartucho) en la boca de la vaina. En cartuchos de escopeta se agrega un taco separador entre pólvora y perdigones. Todos estos componentes funcionan en conjunto para efectuar el disparo.

a) Concepto de cartucho

El diseño de los cartuchos de fuego ha experimentado un largo proceso de evolución técnica, en el cual confluyen tanto los aprendizajes históricos como los requerimientos operativos de las armas modernas. De dicho desarrollo se derivan una serie de características funcionales esenciales que debe cumplir un cartucho para garantizar su eficiencia, seguridad y confiabilidad balística-forense. En primer lugar, la seguridad operacional constituye una prioridad fundamental. El cartucho debe estar diseñado de manera que no se active accidentalmente bajo condiciones externas no deseadas, como golpes, vibraciones, caídas o exposiciones ocasionales al calor. Solamente debe iniciar su proceso de ignición cuando reciba el golpe controlado del percutor en el contexto adecuado del disparo (Heard, 2008; Di Maio, 2016).

La resistencia estructural del cartucho es otro aspecto clave; tanto el casquillo como el resto de sus componentes deben mantener su integridad durante el almacenamiento, manipulación y transporte, evitando deformaciones, abolladuras o corrosión que puedan afectar su funcionamiento. El casquillo, fabricado usualmente en latón, debe ofrecer un equilibrio entre resistencia mecánica y maleabilidad, permitiendo tanto la contención segura de los gases de combustión como su posterior recuperación tras el disparo (Mattoo, 2011).

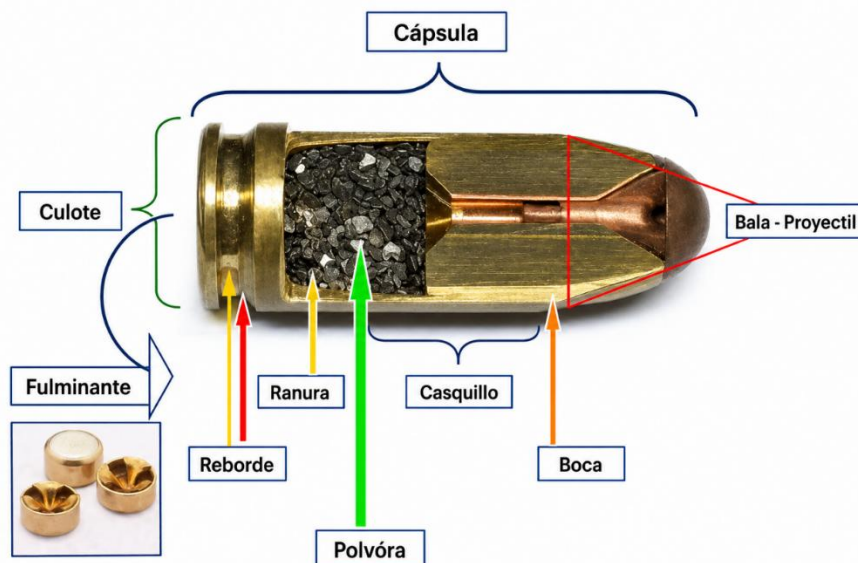
Por otro lado, la estanqueidad hermética del cartucho es indispensable para preservar la estabilidad química de la pólvora y el fulminante. El diseño debe impedir la infiltración de humedad ambiental, ya que la presencia de agua o vapor podría inutilizar la carga propulsora o afectar la potencia de la ignición.

La unión entre el fulminante, el casquillo y el proyectil debe ser completamente sellada para garantizar esta protección (Hogg y Weeks, 2000). Respecto a la sensibilidad controlada del fulminante, es crucial que su formulación química sea lo suficientemente reactiva como para detonar de forma instantánea y fiable ante el impacto del percutor, pero sin llegar a ser susceptible a estímulos menores que puedan originar una ignición prematura o accidental (Di Maio, 2016).

Una característica adicional, es la elasticidad adecuada del casquillo durante el disparo. El material de la vaina, generalmente latón, debe expandirse de manera controlada en la recámara al momento de la combustión, sellando herméticamente (obtusión) y evitando así la fuga de gases a alta presión. Posteriormente, debe contraerse ligeramente una vez cesada la presión, permitiendo la extracción segura de la vaina tras el disparo, ya sea manualmente o mediante mecanismos automáticos de expulsión (Heard, 2008; Mattoo, 2011). El cartucho moderno también debe garantizar una óptima conversión energética, en la cual los componentes químicos involucrados, principalmente la pólvora y el fulminante, transformen su energía potencial química en calor y presión de gases de manera rápida, uniforme y estable. Esta eficiencia energética resulta esencial para mantener la regularidad de la velocidad inicial del proyectil y su comportamiento balístico (Mattoo, 2011).

Finalmente, se requiere una transferencia eficaz de energía al proyectil. El diseño global del cartucho y el arma deben estar sincronizados para maximizar la proporción de energía generada que es efectivamente transmitida al proyectil, minimizando las pérdidas energéticas en forma de calor excesivo, ruido, destellos innecesarios o retrocesos no aprovechados, que podrían afectar tanto la precisión como la durabilidad del sistema de disparo (Hogg y Weeks, 2000; Heard, 2008). Adicionalmente, por la forma de percusión que utilizan, los cartuchos se dividen en dos grandes tipos: Percusión periférica (anular): el iniciador está contenido en el reborde hueco del culote (casquillos anulares, como el .22 LR). El percutor golpea el borde del cartucho para inflamarlos. y percusión central: llevan una cápsula iniciadora en el centro del culote (la mayoría de cartuchos de arma corta y larga modernas). El percutor golpea esta cápsula central.

Figura 131
Partes del cartucho de arma de fuego



Nota. Componentes principales de un cartucho: cápsula, culote, fulminante, ranura, reborde, casquillo, pólvora, bala-proyectil y boca. Estos elementos son fundamentales para el análisis balístico. Adaptado de: huella criminal.



b) Clasificación de los cartuchos

El análisis técnico de los cartuchos de armas de fuego requiere un sistema de clasificación que permita identificar sus características estructurales, funcionales y operativas. Desde la perspectiva balística forense y militar, este sistema de clasificación se organiza en cuatro niveles jerárquicos: familia, clase, tipo y modelo, los cuales permiten describir con precisión la naturaleza balística de la munición analizada (Heard, 2008; Mattoo, 2011).

i) Familia

El concepto de familia hace referencia fundamentalmente al calibre nominal o conjunto de calibres relacionados que comparten un mismo diámetro aproximado del proyectil. La familia agrupa los cartuchos según su calibre nominal, expresado bien en milímetros (sistema métrico) o en fracciones de pulgada (sistema imperial), lo cual facilita establecer relaciones entre municiones de diseño análogo, pero con variantes constructivas o normativas (Heard, 2008). Por ejemplo, la familia de 9 mm agrupa municiones como el 9x19 mm Parabellum, el 9x21 mm IMI o el 9x18 mm Makarov; mientras que la familia .30 cal abarca cartuchos como el 7.62x51 mm NATO, el 7.62x39 mm soviético, el .308 Winchester y el 30-06 Springfield. Aunque las dimensiones y cargas puedan diferir, el diámetro nominal del proyectil es el elemento unificador de la familia (Di Maio, 2016).

ii) Clase

El segundo nivel, denominado clase, identifica la finalidad operativa o el contexto de uso previsto para el cartucho. Esta clasificación permite distinguir entre munición destinada a fines bélicos (cartuchos de guerra), policiales, deportivos (tiro de precisión, caza), de entrenamiento (cartuchos de foguero o salva), o cartuchos de prueba balística (over-pressure, proof loads). En términos forenses, el conocimiento de la clase es esencial para interpretar la posible legalidad o ilicitud de la posesión y uso de determinada munición, así como para reconstruir escenarios criminales o accidentes balísticos (Mattoo, 2011; UNODC, 2015). Por ejemplo, un cartucho de clase militar puede estar diseñado para uso exclusivo de fuerzas armadas (como el 5.56x45 mm OTAN ordinario), mientras que un cartucho de clase deportiva está optimizado para precisión en tiro de competición (como el .22 LR Match Grade). Los cartuchos de clase cinegética están específicamente formulados para maximizar los efectos lesivos controlados sobre fauna silvestre, mientras que los cartuchos de clase policial suelen priorizar el control del exceso de penetración, utilizando proyectiles expansivos como hollow point.

iii) Tipo

El nivel denominado tipo describe una característica funcional específica del proyectil o del efecto balístico buscado. El tipo expresa la capacidad concreta de acción balística que se espera del cartucho según el diseño interno de su proyectil. Los tipos principales reconocidos son:

- (1) Ordinario: proyectil convencional, generalmente encamisado, destinado a efectos cinéticos estándar (penetración controlada).
- (2) Perforante (Armor Piercing, AP): proyectiles con núcleos endurecidos (acero, tungsteno, carburo), capaces de perforar blindajes personales o vehículos.
- (3) Incendiario: contienen cargas pirotécnicas que generan ignición de materiales inflamables al impactar.
- (4) Trazador: incorporan compuestos luminosos en la base que dejan una estela visible durante el vuelo, facilitando el seguimiento visual de la trayectoria.



- (5) Explosivo o de fragmentación: algunos cartuchos militares especializados incluyen pequeñas cargas explosivas en el proyectil para fragmentación controlada tras el impacto (Heard, 2008; Mattoo, 2011; Hogg y Weeks, 2000).

El conocimiento del tipo de proyectil resulta esencial en los análisis forenses tanto para reconstrucción de trayectorias como para determinar el tipo de arma empleada, el riesgo lesivo asociado o el nivel de letalidad desplegado.

iv) Modelo

Finalmente, el nivel de modelo establece las variantes específicas dentro de un mismo tipo de cartucho, diferenciadas por sus componentes, especificaciones técnicas o estándares de fabricación. La codificación de modelos suele utilizar nomenclaturas alfanuméricas o años de adopción. Por ejemplo, dentro de los cartuchos de tipo trazador del calibre 7.62 x 51 mm NATO, el modelo M62 incorpora fósforo trazador para permitir visibilidad nocturna, mientras que el modelo M276 optimiza visibilidad diurna (Hogg y Weeks, 2000; Heard, 2008). En los cartuchos ordinarios de 5.56x45 mm NATO, el modelo M193 emplea un proyectil de 55 grains con núcleo de plomo, mientras que el modelo M855 introduce un núcleo de acero penetrador en punta, incrementando sus capacidades de perforación blindada.

El análisis forense del modelo puede permitir no solo identificar el tipo de cartucho recuperado en escena, sino también asociarlo a lotes específicos de fabricación, patrones de tráfico ilícito de armas o determinar su aptitud de uso conforme a tratados internacionales sobre municiones prohibidas (UNODC, 2015).

Ejemplos integradores

Cartucho militar estándar: 7.62x51 mm NATO, clase militar, tipo ordinario, modelo M80.

Cartucho militar especializado: 7.62x51 mm NATO, clase militar, tipo trazador, modelo M62.

Cartucho policial: 9x19 mm Parabellum, clase policial, tipo expansivo, modelo Speer Gold Dot 124 gr HP y cartucho de caza mayor: .308 Winchester

c) Nomenclatura de la cartuchería

No existe una normativa unificada mundial para nombrar los cartuchos, lo que a veces genera confusión. En informes periciales se recomienda referirse siempre con la denominación técnica completa (dimensiones) y, si es útil, la denominación popular o comercial.

- i) Nomenclatura europea continental: se basa en el sistema métrico (milímetros). Típicamente se expresa calibre x longitud de la vaina, seguido a veces de abreviaturas. Ejemplo: 8 x 57 IS Mauser indica un calibre ~8 mm, vaina de 57 mm; "IS" son siglas alemanas (Infanterie Spitzgeschoss) indicando proyectil puntiagudo para infantería. Otro: 6,5 x 55 mm., Sueco. A veces agrega "R" si la vaina tiene reborde (rimmed, ej. 7 x 57 R). Este formato métrico (calibre en mm x longitud de vaina en mm) es común en Europa continental.
- ii) Nomenclatura británica: tradicionalmente expresan el calibre en pulgadas (fracciones en notación decimal) seguido de un nombre o indicativo. Por ejemplo: .303 British, .450 Martini. Pueden incluir letras: BP (Black Powder) indica carga con pólvora negra, NE (Nitro Express) indica pólvora sin humo potenciada, Magnum (M) indica versión con vaina alargada y mayor carga. Cuando hay posibles confusiones, a veces añaden la longitud de la vaina en pulgadas (por ej. .450 NE 3¼"





especifica la versión de 3.25 pulgadas de vaina). Si un cartucho deriva de otro mediante “cuello” (reducción para proyectil menor), a veces se expresa con dos calibres separados por una barra, ej. .500/450 (vainas de .500 adaptada a bala .450).

- iii) Nomenclatura norteamericana: muy difundida comercialmente. Históricamente muchos cartuchos USA se nombraban con dos números separados por guiones: el primero es el calibre en centésimas de pulgada, el segundo la carga original de pólvora negra en grains, y a veces un tercero el peso del proyectil en grains. Ejemplo clásico: .45-70-500: calibre .45” con 70 grains pólvora negra y bala de 500 grains. Con la llegada de pólvoras sin humo y múltiples variantes, esa práctica se simplificó: hoy suelen usarse nombres más comerciales (ej. .30-06 Springfield – aquí “06” indica año 1906 de adopción; .30-30 Winchester – repetición del calibre .30 con 30 grains de pólvora negra original; .250-3000 Savage – calibre .25 con velocidad inicial 3000 fps). La norma general actual en EE.UU. es calibre en pulgadas (a veces aproximado) seguido de nombre del diseñador o fabricante, o alguna característica. Ej: .308 Winchester, .44 Magnum, .223 Remington. En resumen, la nomenclatura norteamericana es variada: mezcla sistema imperial con descripciones.

Equivalencias: Muchos cartuchos tienen doble denominación métrica e imperial. Ejemplo: 7,62 x 51 mm NATO es lo mismo que .308 Winchester; 5,56 x 45 mm es .223 Remington; 7,62 x 63 mm es .30-06 Springfield. En contextos oficiales se usa la métrica en mm (OTAN, CIP), pero en contexto civil de EE.UU. suele usarse el nombre comercial en pulgadas.

Tabla 7

Correspondencia entre designación métrica, nombre comercial y tipo de arma de uso común

Designación métrica	Nombre comercial	Tipo de arma
5.56 x 11 mm	.22 Corto	Pistola / Revólver
5.56 x 16 mm	.22 Largo / .22 Long Rifle	Carabina, pistola, revólver
5.56 x 45 mm	.223 REM / 5.56 mm NATO	Fusil, Sub fusil, carabina
6.35 x 15 mm	.25 AUTO / .25 ACP	Pistolas (modelo Baby)
7.62 x 33 mm	.30 Carbine / .30 M1	Carabina
7.62 x 39 mm	7.62 Kalashnikov	Fusil – AKM- AK 47,
7.62 x 51 mm	.308 WIN / 7.62 mm NATO	Fusil HK G3, FAL, Carabina
7.65 x 17 mm	7.65 mm Browning / .32 AUTO / .32 ACP	Pistola FN (*puede ser percutados por revólveres calibre 32)
9 x 17 mm	9 mm Corto/.380 AUTO / .380 ACP/	Pistolas (*pueden ser percutados por pistolas 9 mm Luger, tiro x tiro)
9 x 19 mm	9 mm Browning Court. 9 mm Parabellum / 9 mm Luger	Pistola/revolver/carabina (*pueden ser percutados por revólveres. 38 corto)
11.43 x 23 mm	.45 AUTO / .45 ACP / .45 A.E	Pistola COLT
13.41 x 32.51 mm	.50 A.E.	Pistola DESERT EAGLE
5.56 x 27 mm	.22 WIN MAG / .22 Magnum	Revólver ASTRA
7.65 x 15 mm	.32 SW / .32 Corto	Revólver S.W.
7.65 x 23 mm	.32 SW Long / .32 largo	Revólver S.W., TAURUS
9 x 20 mm	.38 SW / .38 Corto.	Revólver S.W.
9 x 29 mm	.38 SPL / .38 Largo	Revólver S.W., TAURUS, COLT
9 x 32 mm	.357 Magnum	Revólver S.W., TAURUS, COLT

Nota. La tabla detalla la equivalencia entre la designación métrica y comercial de diferentes cartuchos, junto a los tipos de armas de uso más frecuente en el ámbito pericial. Esta información facilita la identificación y comparación balística en investigaciones forenses. Elaboración propia.



d) Cartuchos para armas de ánima lisa

A los cartuchos de escopeta se les llama a veces cartuchería semi-metálica, porque usualmente el casquillo es de metal (culote) pero el cuerpo del casquillo es de material plástico o cartón. Un cartucho típico de escopeta (ej. calibre 12 gauge) consta de: culote metálico con fulminante, carga de pólvora, taco (o conjunto de tacos), y proyectiles múltiples (perdigones o postas) alojados en la boca, usualmente sellados con un cierre (plegado estrella o tapón).

i) Partes del cartucho de escopeta

Los componentes cumplen funciones similares a los de la cartuchería metálica:

- (1) El casquillo: conocido como vaina o cartucho de escopeta) es el componente completo y desechable de la munición diseñada para ser disparada en escopetas, los mismo que pueden ser de plástico, cartón y latón
- (2) La pólvora: el propelente químico que, al ser encendido por la cápsula fulminante, se quema rápidamente generando una gran cantidad de gases a alta presión que propulsan los proyectiles por el cañón.
- (3) La cápsula iniciadora: un pequeño contenedor metálico insertado en el centro de la base que contiene un compuesto químico sensible al impacto, es la que inicia la combustión.
- (4) El taco (wad): en épocas antiguas se usaban tacos de fieltro, corcho, cartón e incluso aserrín comprimido, a veces en múltiples secciones (para obturar gases y mantener agrupados los perdigones). Los tacos modernos son generalmente de plástico, a modo de copa expansible de una sola pieza que contiene los perdigones en su interior y cumple varias funciones:
 - (a) Regulación de presión: absorbe parte del impulso inicial, transmitiendo una presión uniforme a la masa de perdigones (lo cual mejora el plomeo).
 - (b) Obturación de gases: evita que los gases se escapen por entre los perdigones, asegurando que la mayor parte de la energía los impulse hacia adelante, y protegiendo el cañón del empuje (depositación de plomo fundido).
 - (c) Protección del proyectil: impide que la alta temperatura de la pólvora funda o deforme los perdigones durante el disparo, lo que también evita residuo de plomo excesivo en el cañón.

Existen distintos diseños de tacos según el propósito: el taco dispersador suele abrirse inmediatamente al salir del cañón para esparcir rápidamente la carga (útil en cartuchos de posta para Skeet u otros que requieren amplia dispersión); el taco concentrador permanece cerrado unos metros más antes de abrirse, logrando un agrupamiento más cerrado de los perdigones (útil para tiros de mayor distancia, mantener densidad de plomeo).

- (5) Los cartuchos de escopeta pueden ser de tres tipos generales:
 - (a) Postas: esferas de plomo de diámetro relativamente grande (usualmente >5 mm). Suelen ir pocas en cada cartucho, dispuestas en capas superpuestas con algún medio separador. Por ejemplo, cartucho 12/70 con postas 00 Buck puede llevar 9 postas de ~8 mm.
 - (b) Perdigones: esferas de plomo más pequeñas (varios milímetros o menos); se agrupan en mayor cantidad. Se clasifican por número: por ejemplo, perdigón No. 7½, número 8, etc., donde números menores indican perdigones mayores.
 - (c) Proyectil único o balas o slug: algunos cartuchos de escopeta llevan un solo proyectil sólido (generalmente plomo de gran tamaño, a veces con estrías grabadas para algo de



estabilización en ánima lisa). Estas balas únicas convierten a la escopeta en un arma similar a un rifle de corto alcance.

Figura 132

Clasificación visual de cartuchos de escopeta: bala única y posta o perdigonada



Nota. Los dos principales tipos de cartuchos de escopeta: de bala única (proyectil singular de gran masa y energía) y de postas o perdigonada (múltiples proyectiles esféricos de menor tamaño). Tomado de Di Maio (1999).

El cartucho de escopeta, además del calibre (gauge), se especifica por la longitud del casquillo en milímetros (ej. 70 mm es el casquillo estándar "2¾ pulgadas, 76 mm es "3 pulgadas magnum", etc.). Un arma calibre 12 Magnum cámara 3" puede disparar cartuchos de 70 mm y 76 mm, pero una escopeta cámara 70 mm no debe disparar cartuchos de 76 mm.

e) Identificación de los troqueles

La mayoría de munición moderna viene marcada en el culote con códigos o textos que identifican calibre, fabricante y a veces año de fabricación. Sin embargo, no hay un estándar universal: cada país o fábrica puede incluir distinta información en el troquel del culote (también llamado *headstamp*).

Para una correcta identificación de un cartucho hallado, el perito debe interpretar estos troqueles junto con las dimensiones del cartucho. Los datos típicos presentes en la cartuchería metálica de percusión central incluyen:

- Siglas o logotipo del fabricante: identifican la fábrica o empresa (por ejemplo, "FCC" para Fabrica Cartuchos Casanueva, "WCC" Winchester Cartridge Company, símbolos como estrella, águila, etc.).
- Calibre o familia: a veces se marca el calibre en números o código (por ej., "9mm", ".45", "7.62"). En munición militar puede no indicarse calibre porque se asume en contexto, en cambio se ponen códigos de lote.
- Año de fabricación: especialmente en cartuchería militar, es común encontrar dos dígitos indicando el año (p.ej., "19" para 2019, "94" para 1994). En combinación con fabricante se puede rastrear lote.

En cartuchos de percusión anular (como .22 LR), por construcción no suelen tener troquel en culote (es macizo), a veces solo color de la laca del fulminante indica fabricante. En cartuchos de escopeta,



el culote metálico suele llevar marca del fabricante y a veces código de lote, mientras que el costado plástico del casquillo suele imprimir: longitud de recámara, modelo o nombre comercial del cartucho, número de perdigón o carga. Ejemplo: una vaina puede decir “12-70 34 g - número 6” indicando calibre 12, 70mm, carga 34 gramos de perdigones número 6.

Para leer correctamente un troquel, se gira el cartucho de modo que la inscripción quede en orientación legible (a menudo, troqueles circulares se leen con la parte superior hacia cierto punto marcado). El perito consultará catálogos o bases de datos de headstamps para identificar manufactureros (existen listados internacionales).

f) Partes del cartucho

Está compuesto por: proyectil, casquillos, pólvora y capsula iniciadora o también llamado fulminante.

Tabla 8

Comparativa de calibres, designaciones, tipo de cartucho y alcance máximo

Calibre	Designación alternativa	Tipo de cartucho	Alcance máximo (m)
.22 Corto	.22 Short	Percusión anular	1000
6.35 mm	.25 ACP	Percusión central	1000
.38 Corto		Percusión central	1000
.22 Largo	.22 Long	Percusión anular	1300
.22 Long Rifle	.22 LR	Percusión anular	1600
9mm Corto	.380 ACP	Percusión central	1600
7.65 mm	.32 ACP	Percusión central	1800
.32 Corto		Percusión central	2000
.32 Largo	32 Long Colt / .32 S&W L	Percusión central	2000
.38 Largo		Percusión central	2000
.357 Magnum		Percusión central	2500
5.56 x 45 mm NATO		Percusión central	2500
9mm Parabellum	9x19 mm	Percusión central	2800
7.62 x 51 mm NATO		Percusión central	3000

Nota. La tabla compara diferentes calibres de cartuchos, incluyendo designaciones alternativas, tipo de percusión (anular o central) y su alcance máximo estimado, lo que resulta útil para el análisis balístico forense y la selección de cartuchos en distintos contextos operativos. Di Maio (1999).





i) proyectil

En muchas bibliografías, al proyectil de arma de fuego se le llama “bala” (del inglés *ball*, o del griego “*palla*”). Es el elemento que la balística externa estudia en vuelo, y cuyo impacto estudia la balística de efectos. En términos simples, es el objeto (generalmente metálico, aunque puede ser de otros materiales) lanzado por la presión de gases de la pólvora a través del aire. Originalmente, las primeras armas disparaban proyectiles esféricos de plomo conocidos como “bodoque” (balas redondas menores al calibre del cañón, cargadas por la boca con parche). Con el avance armamentístico, en 1846 el Capitán francés Claude Minié desarrolló la bala Minié, un proyectil cónico con base hueca obturada por un taco, casquillo de hierro. Esta bala entraba fácilmente en el cañón (era algo menor que el calibre interno) pero, al disparar, los gases expandían la base hueca obligándola a engranar en las estrías mejorando enormemente la precisión y alcance. Marcó el inicio de los proyectiles elongados con expansión para armas rayadas.

Desde entonces, los proyectiles fueron adoptando formas cada vez más aerodinámicas (de esfera a formas ojivales). Estudios demostraron que al alargar la ojiva y dar base troncocónica se reducía la resistencia al aire y se optimizaba la estabilidad; se suele citar que la longitud óptima del proyectil suele rondar 5 veces su calibre en armas de fuego portátiles, para equilibrio entre peso y estabilidad.

Los proyectiles pueden clasificarse de muchas maneras:

(1) Por su composición y blindaje:

Los proyectiles comunes pueden ser de plomo desnudo; plomo con baño de cobre; plomo semiencajado (media camisa metálica cobriza cubriendo sólo parte, dejando el núcleo expuesto en la punta, típico en balas de punta hueca); plomo con camisa completa de cobre/latón/acero (FMJ, full metal jacket); incluso combinaciones como núcleo de plomo con camisa de aluminio o plástico para proyectiles especiales de entrenamiento.

(2) Por su fin o efecto:

- (a) Normales: balas convencionales de plomo con o sin camisa, pensadas solo para impacto cinético.
- (b) Perforantes: con núcleo endurecido de acero o tungsteno y camisa, diseñadas para penetrar blindajes; suelen tener punta ojival y marcamientos específicos.
- (c) Trazadoras: contienen un compuesto pirotécnico (fósforo u otro) en la base que se enciende al disparar, dejando una estela luminosa visible para seguir la trayectoria.
- (d) Incendiarias: llevan en su núcleo o base una carga incendiaria (fósforo, termita, etc.) que enciende el material al impactar el blanco, usadas para provocar fuego en blancos inflamables.
- (e) De señalamiento (fumígenas): similares a trazadoras, con composición generadora de humo o destello para marcar impactos (menos comunes).
- (f) Sub-sónicas o especiales para silenciador: suelen ser proyectiles más pesados y largos, para mantener velocidad < velocidad del sonido (evitar “crack” sónico) y asegurar estabilidad en vuelo pese a menor velocidad. A menudo tienen formas ojivales largas y pesan más que la bala estándar del calibre.



(3) Por su forma geométrica:

- (a) Esféricos: ya en desuso en armas rayadas, eran de armas antiguas de ánima lisa.
- (b) Ojivales: forma puntiaguda clásica (ogiva).
- (c) Truncados: con punta plana (como algunas balas semiencañadas. 38 SPL wadcutter truncado).
- (d) De punta hueca (hollow point): con cavidad en la punta para expandirse en el impacto (vulnerantes).
- (e) Wad Cutter: proyectiles cilíndricos de punta plana (como un cilindro cortado a cuchillo), usados en tiro deportivo para hacer agujeros limpios en la diana; típicos en .38 Special de competición.

(4) Por estructura interna:

- (a) Macizos: núcleo homogéneo (ej. plomo puro, o aleación).
- (b) Huecos: con cavidades internas (como algunas expansivas con cámara vacía para mayor deformación).
- (c) Blindados: núcleo metálico duro dentro de camisa (como perforantes).
- (d) De base desacoplada: algunos proyectiles para artillería o modernos tienen bases desprendibles, etc., pero esto excede armas portátiles.
- (e) Otra forma: balas para armas estriadas suelen dividirse en secciones: punta (la parte frontal, puede ser ojival, plana, etc.), cabeza (la porción anterior del proyectil que no hace contacto con el cañón, es decir en balas ojivales la cabeza sería la ojiva misma; en balas de punta plana, la cabeza es la punta plana entera), cuerpo (la sección que efectivamente roza el ánima; suele tener el diámetro del calibre; en balas encamisadas esta parte lleva la camisa; puede incluir surcos de engrase en balas de plomo), cola (parte trasera del proyectil que no contacta con el cañón, puede ser plana o con rebaje boattail para mejor aerodinámica), y base (extremo posterior que se apoya contra los gases; puede ser plana, cóncava, como en Minié, convexa, etc.).

Por su forma los proyectiles para armas cortas comúnmente son esféricos, ojivales o tronco-cónicos; para armas largas, casi siempre ojivales aerodinámicos (spitzer). Por sus efectos, como ya se vio, se clasifican en penetración, detención, vulnerantes (expansivos). Las balas de penetración suelen ser completamente encamisadas y de forma ojival aguda (minimizar deformación y maximizar profundidad). Las de detención (o de punta expansiva, prohibidas en guerra, pero usadas en caza y defensa civil) presentan punta hueca o blanda para deformarse al impactar, transfiriendo energía rápidamente (ejemplo típico: bala de punta hueca se “abre” como hongo, aumentando su diámetro e impartiendo mayor daño al tejido pero menor sobrepenetración).

ii) El casquillo

El casquillo es el recipiente que aloja la pólvora y el fulminante, sostiene al proyectil en su boca, y sella la recámara durante el disparo (evitando escape de gases hacia atrás). Tradicionalmente se fabrican de latón (aleación 70 % cobre, 30 % zinc) por su combinación de ductilidad y resistencia. También existen casquillos de acero (baratos, pero menos maleables), de aluminio (en algunos calibres, desechables) y combinados (base metálica y cuerpo plástico/cartón en escopetas).



Un casquillo metálico consta de varias partes:

- (1) Culote: la base sólida, donde está la cápsula iniciadora (en percusión central) o la masa de fulminante (en anulares). El culote puede tener reborde pronunciado (*rimmed*), reborde al nivel del diámetro (*rimless*, en realidad semirim), o ranura de extracción (*rebated*), etc., según el diseño pensado para diferentes mecanismos de alimentación/extracción. El culote es la porción más gruesa para resistir la presión y es donde van los troqueles identificativos.

Figura 133

Comparación visual entre cartuchos de fuego central y fuego anular o circular



Nota. Diferencia estructural entre los cartuchos de fuego central (fulminante ubicado en el centro de la base) y los de fuego anular o circular (fulminante distribuido en el anillo de la base) Tomado de Di Maio (1999).

- (2) Cuerpo: es la porción cilíndrica o ligeramente cónica que contiene la pólvora. En algunos cartuchos presenta un cuello (neck) reducido para sujetar un proyectil más estrecho (en cartuchos de rifle típicamente).
- (3) Hombro: en casquillos con cuello (ej. 7.62 x 51), el hombro es la transición entre el cuerpo y el cuello.
- (4) Cuello (boca): la sección donde se asienta el proyectil. Debe ajustarse al diámetro de la bala para sujetarla firmemente (a veces se engarza con un crimpado para apretar la bala y evitar movimientos).
- (5) Ranura extractora: muchos casquillos de percusión central tienen un canal circular en el culote (groove) que permite a la uña extractora agarrar el casquillo. En cartuchos con reborde sobresaliente (ej. .38" Special) no hace falta ranura porque se extraen por el reborde mismo.

El material del casquillo debe tener cierta elasticidad: al disparar, la vaina se expande y se adhiere momentáneamente a la recámara (sellando gases); luego se contrae apenas una vez cesa la presión, facilitando la extracción. Debe soportar presiones muy altas (en algunos calibres de rifle $> 3000 \text{ kg/cm}^2$). Los casquillos semi-metálicos de escopeta tienen un culote metálico y un cuerpo de plástico/cartón que se quema parcialmente o expulsa con el disparo. En ellos, la información de calibre y demás puede venir impresa en el cuerpo.

iii) La pólvora

Del latín "*pulverem*" ("polvo"), la pólvora es cualquier mezcla explosiva deflagrante usada para propulsar proyectiles. Según el Diccionario Enciclopédico Militar, se define como una "sustancia o



mezcla capaz de reaccionar en un tiempo relativamente breve en régimen exotérmico, liberando gran cantidad de gas y calor, capaces de transformarse en trabajo mecánico”.

A lo largo del tiempo se han usado distintas pólvoras; se clasifican comúnmente por su composición química en:

- (1) Pólvora negra (Grupo I): la más antigua, de color negro-grisáceo. Es una mezcla de nitrato potásico (salitre), azufre y carbón vegetal, en proporciones típicas 75:10:15. Fue el único explosivo conocido durante siglos. Es muy sensible a humedad y golpes, produce mucho humo y residuos corrosivos. Hoy está prácticamente en desuso en armas modernas (solo en recreaciones históricas o fuegos artificiales) pues ha sido sustituida por pólvoras “sin humo” más estables y enérgicas.
 - (2) Pólvoras de simple base (Grupo II): compuestas principalmente por nitrocelulosa (algodón pólvora) gelatinizada con solventes (éter, alcohol) y luego granulada. Son menos higroscópicas que la negra, pero aún pueden degradarse si pierden solvente. Ejemplos: pólvora tipo *Cordita* inicial (aunque cordita clásica también tenía nitroglicerina, siendo doble base en realidad).
 - (3) Pólvoras de doble base (Grupos III al VII): contienen nitrocelulosa y nitroglicerina como energéticos. La nitroglicerina actúa como gelatinizante y potencia la energía liberada. Estas pólvoras, desarrolladas posteriormente, eliminan casi todo el solvente volátil en fabricación. Ejemplo: pólvora Bullseye, Unique (fabricadas por Alliant) son de doble base, con 40 %, nitroglicerina.
 - (4) Pólvoras de triple base (Grupo VIII): incorporan nitroguanidina además de nitrocelulosa y nitroglicerina. La nitroguanidina reduce la llamarada y el fogueo al disparar, útil para artillería (ej. pólvoras triple base en cañones tanque para minimizar destello). Se usan más en ámbitos militares pesados que en cartuchería de armas portátiles.
- En la actualidad, prácticamente todas las armas de fuego usan pólvoras sin humo (nitrocelulósicas de simple, doble o triple base). La pólvora negra es obsoleta en uso general, por su baja eficiencia y suciedad. Otra forma de clasificar pólvoras es por su velocidad de combustión (tasa de quemado), adaptada según el tipo de arma:
- (5) Pólvoras “vivas” (rápidas): de deflagración muy rápida, adecuadas para cartuchos de arma corta (cañón corto). Liberan su energía casi instantáneamente, lo cual es ideal para proyectiles en cañones de longitud limitada. Si se usara una pólvora lenta en un arma corta, posiblemente no quemaría completamente antes de que el proyectil salga, desaprovechando energía.
 - (6) Pólvoras “lentas”: de combustión más progresiva, se emplean en cartuchos para armas de cañón largo (fusiles, etc.), donde se requiere empujar el proyectil de forma sostenida a lo largo del tubo largo. Una pólvora demasiado rápida en un fusil generaría un pico de presión excesivo al inicio y luego “nada” empujando el resto del cañón; las pólvoras lentas logran una presión más uniforme a lo largo del recorrido.
 - (7) La carga de proyección de un cartucho puede ser entonces de simple, doble o triple base, como vimos, y adaptada en cantidad y tipo para la longitud de cañón y masa del proyectil que mueve.





Por su forma física, las pólvoras modernas vienen en distintos granos: hojuelas o lentejas (discos aplanados), esféricas (ball powder, bolitas), laminares/romboidales (escamas alargadas) o cilíndricas (bastoncitos tubulares). La forma influye en la superficie de combustión y por ende en la velocidad de quemado (granos pequeños queman rápido, granos más grandes o perforados queman más lento progresivamente). Los fabricantes optimizan esta geometría para lograr la curva de presión deseada en cada calibre.

iv) La cápsula iniciadora

La cápsula iniciadora (o cápsula fulminante, comúnmente llamada “primer” en inglés) es el componente del cartucho encargado de iniciar la combustión de la pólvora; transforma al cartucho de un conjunto inerte en un sistema activo mediante una pequeña detonación sensible al impacto. Consiste en un pequeño receptáculo metálico (generalmente de latón) que contiene en su interior una mezcla explosiva primaria muy sensible a estímulos: típicamente la fricción, un impacto contundente o incluso llamas/descarga eléctrica en algunos casos (en cartuchos eléctricos). Al ser golpeada por el percutor, la mezcla detonante deflagra violentamente, produciendo gases y chispas que atraviesan uno o más orificios de fuego hacia la carga de pólvora, encendiéndola.

Históricamente se han empleado distintas composiciones de fulminante. Inicialmente, en el siglo XIX se usaron fulminato de mercurio y más tarde clorato de potasio mezclado con compuestos como la estífnato de plomo y tetraceno. Estas mezclas dejaban residuos corrosivos (sales de mercurio o potasio) que dañaban las armas si no se limpiaban. Actualmente, muchos fulminantes comerciales son “no corrosivos” (ej. los llamados Sinoxid, Tetrinox, que evitan mercurio y cloratos) a base de estífnato de plomo, azida de plomo o DDNP, entre otros ingredientes, y sensibilizantes/fueles.

Hay dos sistemas principales de cápsulas iniciadoras según diseño del casquillo:

- (1) **Bóxer (Boxer):** utilizado en la mayoría de cartuchos actuales de percusión central para armas civiles y militares occidentales. La cápsula iniciadora Bóxer incorpora en su interior una pieza metálica en forma de trípode llamada “yunque” (anvil), contra la cual el explosivo se comprime al ser golpeado por el percutor. El casquillo Bóxer tiene un único orificio de fuego central. La cápsula Bóxer es independiente y fácil de extraer del casquillo, lo que hace estos casquillos recargables (se puede reemplazar el fulminante usado por uno nuevo).
- (2) **Berdan:** usado históricamente en Europa y aún común en cartuchería militar de algunos países. En este sistema, el yunque está integrado en el propio casquillo, como un saliente o protuberancia en el centro del alojamiento del fulminante. La cápsula Berdan carece de yunque interno. Además, el casquillo Berdan típicamente tiene dos orificios de fuego (o a veces tres pequeños) en vez de uno central. Este diseño funciona bien, pero dificulta la recarga, ya que es muy difícil extraer la cápsula usada (el orificio central está ocupado por el yunque fijo). Por ello, municiones Berdan suelen ser descartables tras un uso en la práctica.

La elección entre Berdan o Boxer depende del fabricante y propósito; la tendencia global actual es hacia Boxer en munición comercial recargable, y Berdan se encuentra en lotes militares o antiguos. Un perito debe observar el interior del culote: si ve dos ojales de comunicación, es Berdan; si uno central con hueco, es Boxer.

- (3) **Tipos de percusión anular (rimfire):** en estos cartuchos (calibres pequeños como .22 LR, .22 Magnum), no existe cápsula separada; el fulminante se coloca dentro del reborde hueco del casquillo durante su fabricación. El percutor golpea el borde del culote, aplastando el fulminante





allí contenido contra la pared opuesta y provocando su deflagración. Estos casquillos no son recargables.

9) Armas distintas a las de fuego, menos letales y artesanales

La balística forense cumple un papel crucial en el análisis técnico de las armas no convencionales y menos letales, ya que permite determinar no solo su mecanismo de funcionamiento, sino también su capacidad lesiva, trayectoria y efectos en el cuerpo humano o en objetos materiales. A través del estudio de elementos como proyectiles de goma, vainillas adaptadas, cartuchos de gas o esferas metálicas utilizadas en armas neumáticas, el perito balístico puede identificar el tipo de arma empleada, la distancia del disparo, la dirección del proyectil. Este tipo de análisis es particularmente relevante en contextos de hechos ilícitos, donde estas armas han generado consecuencias legales.

Asimismo, la balística contribuye a esclarecer hechos en los que estas armas se presentan como disfrazadas o modificadas, como en el caso de encendedores en forma de pistola, armas traumáticas, armas neumáticas, objeto en forma de juguete y de foguero, alteradas para disparar munición letal o juguetes adaptados para causar daño real o por su morfología para intimidar. La intervención balística permite establecer si el objeto cumple con los criterios técnicos de arma, si ha sido manipulado para evadir controles legales, y si guarda relación con lesiones o daños verificados en la escena del crimen. En este sentido, la balística no solo actúa como herramienta técnica de identificación, sino también como instrumento de verdad procesal, ya que su informe puede confirmar la correspondencia entre el arma no convencional y los efectos observados, ayudando al sistema de justicia a valorar la proporcionalidad, legalidad y responsabilidad del uso de dichas armas.

a) Clasificación de las armas neumáticas y de aire comprimido

Las armas neumáticas surgieron en Europa hacia finales del siglo XVI, inicialmente empleadas por la nobleza para la caza de animales grandes debido a su potencia y calibre elevado. Con el tiempo, su uso se extendió al ámbito del tiro deportivo, tanto en interiores como en exteriores. Una de sus principales ventajas era su bajo nivel de ruido al disparar, además de su resistencia a condiciones climáticas adversas como la humedad o la lluvia, lo que las hizo muy valoradas e incluso temidas en contextos bélicos. A diferencia de las armas de fuego de avancarga de la época, las neumáticas no generaban humo, permitían una mejor visibilidad durante el combate y se recargaban con mayor rapidez. Su uso militar más destacado se dio durante la Campaña del Tirol, cuando fueron utilizadas masivamente por el ejército austríaco contra las tropas napoleónicas. Actualmente, su popularidad ha crecido gracias a su aplicación en competencias internacionales de tiro olímpico, motivada también por el bajo costo de su munición y su idoneidad para el tiro recreativo en espacios abiertos o cerrados, siempre bajo normas básicas de seguridad (Weekend, s.f.).

Las armas neumáticas y de aire comprimido funcionan a partir de la expansión de gases (aire, dióxido de carbono, nitrógeno), generando presión suficiente para impulsar un proyectil, de goma, sintética y de plomo, sin necesidad de combustión de pólvora. Si bien tradicionalmente son vistas como recreativas o deportivas, su uso en contextos criminales exige un análisis balístico exhaustivo (Kleck, 2005).

Por su parte, Gallardo (2024) afirma que las armas neumáticas constituyen una amenaza concreta para la seguridad ciudadana, ya que pueden provocar lesiones graves o incluso la muerte. Esto se debe a que algunas de ellas alcanzan velocidades superiores a los 220 metros por segundo, superando incluso a un arma de fuego calibre .22" en cuanto a velocidad de disparo.



Las armas neumáticas se pueden clasificar en función de la forma en que generan la presión necesaria para el disparo. Cada tipo tiene características específicas que influyen en su uso, potencia y capacidad lesiva.

i) Armas de resorte y pistón

Su mecanismo básico emplea un resorte helicoidal que, al comprimirse y liberarse, acciona un pistón que comprime el aire en una cámara sellada. La energía mecánica almacenada se transforma en presión neumática, impulsando el proyectil por el cañón (Di Maio, 2016). Es decir, esta funciona al quebrar o montar el rifle, lo que hacemos es comprimir el resorte. Luego, al presionar el gatillo, ese resorte se libera con fuerza, empujando el aire dentro de la recámara. Ese aire comprimido es el que impulsa al balín o diábolo a través del cañón, dirigiéndolo hacia el objetivo es la que se muestra en la imagen.

Figura 134

Esquema simplificado de un mecanismo típico de resorte y pistón, así como de una carabina



Nota. Imagen ilustrativa que representa la estructura interna de un arma de resorte y pistón, identificando componentes clave como el resorte principal, el pistón, la cámara de compresión, la puerta de transferencia y el cañón. Este mecanismo es característico en armas neumáticas, así como la estructura completa de una carabina. Adaptado de: tiro deportivo.

Sin embargo, también existe las de funcionamiento de un rifle con nitro pistón sigue la misma lógica que uno de resorte. La diferencia está en que, en lugar de usar un resorte metálico, emplea un cilindro que contiene un gas comprimido conocido como GAS RAM. Este gas, al comprimirse y liberarse, genera la fuerza necesaria para impulsar el proyectil, por lo que se presenta en la imagen la diferencia.



Figura 135

Comparación entre mecanismos de resorte y nitropistón en armas neumáticas



Nota. Imagen ilustrativa que muestra la diferencia estructural interna entre un sistema de resorte helicoidal (izquierda) y un sistema de nitropistón (derecha) en armas de aire comprimido. Ambos mecanismos determinan la forma en que se genera la energía para el disparo, influyendo en la precisión, la durabilidad y el retroceso del arma. Adaptado de: mira telescópica.

ii) Armas de aire precomprimido (PCP)

Las armas de aire precomprimido se caracteriza por su funcionamiento que emplea un cilindro o garrafa externa, comúnmente llamado “bombona”, que se conecta al arma mediante una rosca. La bombona se carga previamente utilizando compresores o tanques de alta presión similares a los que se emplean para llenar los cilindros de buceo deportivo. Una vez cargada, se acopla al arma y permite alimentar la recámara con aire comprimido para su funcionamiento. Este sistema es conocido como PCP, por sus siglas en inglés: *Pre-Charged Pneumatic*

Figura 136

Rifle de aire comprimido con sistema de botella de aire



Nota. Imagen ilustrativa de un rifle PCP (Pre-Charged Pneumatic), caracterizado por utilizar una botella o cilindro de aire comprimido como fuente de energía para disparar los proyectiles. Este sistema permite mayor autonomía de disparos y velocidades más consistentes en comparación con mecanismos de resorte o pistón. Adaptado de: armas de aire comprimido.

iii) Armas de CO₂

Usan cápsulas de dióxido de carbono (CO₂) como fuente de presión. Son comunes en prácticas deportivas, paintball y defensa personal. El análisis forense se orienta a la búsqueda de residuos gaseosos, estado de las válvulas y restos de lubricantes adheridos a los proyectiles (Kleck, 2005).

Figura 137

Pistola neumática, cargador, cápsula de CO₂ y municiones esféricas



Nota. Pistola neumática tipo réplica, acompañada de su cargador, una cápsula de gas CO₂ y municiones esféricas metálicas. Este tipo de armas funciona mediante la liberación controlada de gas comprimido, permitiendo la propulsión de proyectiles sin el uso de pólvora. Tomado de revista: El nuevo día.

iv) Armas de bombeo manual

Operan por la acción repetida o también llamadas de suplidors múltiples que puede ser entre seis a diez suplidors de la palanca de bombeo parte anterior, con la finalidad de acumular aire comprimido y conseguir la presión interna necesaria para impulsar el pistón. Por otro lado, también existe las de acción único es decir un solo bombeo.

Figura 138

Pistola de aire comprimido de bombeo múltiple



Nota. Pistola de aire comprimido que emplea un mecanismo de bombeo manual para comprimir el aire antes de cada disparo. Este tipo de arma neumática permite al usuario ajustar la potencia del disparo en función de la cantidad de bombeos realizados, siendo comúnmente utilizada en tiro deportivo y entrenamiento. Tomado de revista: El diábolo.

v) Tipos de anima

- (1) **Ánima lisa** se caracteriza por tener una superficie interna completamente uniforme, sin estrías ni relieves, formando una circunferencia continua a lo largo del cañón.
- (2) **Smooth Twist** combina características de ánima lisa y rayada. En este sistema, aproximadamente siete octavos del cañón son completamente lisos, lo que permite un paso fluido del proyectil. Sin embargo, en la sección final del cañón, se aplican presiones desde el exterior que generan variaciones internas en el diámetro.



- (3) **Ánima estriada**, un tipo de diseño interno del cañón en armas de fuego o neumáticas. Se indica que la pared del ánima presenta estriado interno de forma helicoidal, es decir, surcos tallados en espiral dentro del cañón. Estas estrias tienen la función de provocar la rotación del balín al momento de ser disparado, lo cual mejora su estabilidad, precisión y alcance durante el vuelo.
- (4) **Ánima poligonal** presenta en su interior superficies planas que giran de manera helicoidal a lo largo del cañón. Este tipo de rayado no forma surcos definidos como en el rayado convencional, sino que crea una rotación más suave del proyectil al avanzar. Se utiliza especialmente en disparos a larga distancia, ya que mejora la estabilidad del proyectil en vuelo y reduce la fricción interna, favoreciendo una mayor precisión.

vi) Calibres de las armas neumáticas

Los calibres de estas armas, como la mayoría de los de aire comprimido, se presentan en calibre 4,5 mm, 5,5mm y 6,35 mm. y otros que son más calibre, Este aspecto dependerá de la calidad de los materiales empleados por el fabricante y, usualmente, marcará el precio del arma. El funcionamiento de estos modelos es a través de un pistón, que, al quebrarse el arma para cargarla, empuja un resorte hacia atrás y lo prepara para disparar.

vii) Según su cola y falda

- (1) **Postas**: también conocidas como “slugs” o proyectiles cilíndricos, se caracterizan por tener un cuerpo sólido y uniforme, incluyendo la parte trasera o cola, con forma cilíndrica. Este tipo de munición está diseñada para transferir una mayor cantidad de energía al impacto, lo cual se logra aumentando el peso del balín a través de su estructura maciza y su forma distintiva. Son especialmente útiles para objetivos que requieren penetración y potencia.
- (2) **Con falda**: popularmente denominadas “skirted pellets”, son las más comunes en la fabricación de munición para armas de aire comprimido. Su diseño permite que, al ser disparadas, la falda se expanda por efecto del aire comprimido, sellando el cañón. Esto evita la fuga de aire entre el balín y el cañón, lo que mejora la eficiencia del disparo al aprovechar completamente la presión generada. (Menghini, 2022)

Figura 139

Proyectiles para armas de aire comprimido: con cuerpo de falda y macizo tipo posta



Nota. A la izquierda, un proyectil típico de arma de aire comprimido con cuerpo y falda, y a la derecha, una munición de cuerpo macizo tipo posta. Ambos proyectiles son utilizados principalmente en armas de aire comprimido, diferenciándose en su diseño, peso y comportamiento balístico.



viii) Formas de proyectiles

- (1) Punta redonda: de forma semiesférica, es uno de los diseños más comunes, ideal para tiro recreativo y precisión básica.
- (2) Punta cónica tipo slug: de diseño alargado y aerodinámico, ofrece buena penetración y estabilidad, recomendado para distancias medias y largas.
- (3) Punta Spitz: con forma puntiaguda y afilada, maximiza la penetración y el rendimiento balístico en tiros de largo alcance.
- (4) Punta hueca: tiene una cavidad en la parte frontal, diseñada para expandirse al impactar, generando mayor daño en el blanco.
- (5) Punta plana: presenta un extremo plano, ideal para tiro a blancos metálicos o papel, ya que marca claramente el impacto.

Figura 140

Principales formas de proyectiles para armas neumáticas



Nota. Cinco tipos de proyectiles para armas de aire o neumáticas: punta redonda (semiesférica, usada en tiro recreativo), punta cónica tipo slug (aerodinámica y penetrante), punta Spitz (puntiaguda para largo alcance), punta hueca (cavidad para expansión al impacto) y punta plana (ideal para tiro de precisión en blancos de papel o metálicos). Cada diseño se adapta a diferentes usos y necesidades balísticas. Tomado de Menghini (2022).

b) Armas de fogeo y modificadas

Las armas de fogeo están diseñadas para emitir un disparo simulado, utilizando cartuchos sin proyectil. Son comunes en espectáculos, entrenamientos militares y actividades de señalización. No obstante, muchas de estas armas pueden ser modificadas ilegalmente para disparar proyectiles reales.

- i) Características técnicas: cañón parcialmente obstruido para evitar el paso de proyectiles. Utilizan cartuchos de fogeo, que generan ruido y destello. Modificadas, pueden disparar balas reales, aunque con menor precisión y potencia.
- ii) Perspectiva criminalística: el perito debe verificar si el cañón fue desbloqueado o alterado, lo que podría convertir el arma de fogeo en una pistola real. La presencia de residuos de pólvora o deformación del cañón son indicios de modificación. Además, el análisis balístico debe considerar la presencia de residuos característicos del disparo simulado.



Figura 141

Pistola de fogeo con cargador y cartuchos calibre 9 mm P.A.K.



Nota. Pistola de fogeo calibre 9 mm P.A.K., con su respectivo cargador y cartuchos. Las armas de fogeo están diseñadas para emitir un sonido y destello similares a las armas de fuego. Tomado de: la gran montería.

c) Armas traumáticas

Las armas traumáticas están diseñadas para disparar proyectiles de goma, plástico o metal recubierto, siendo utilizadas principalmente como armas disuasivas. Su objetivo es incapacitar sin causar la muerte, aunque en ciertos casos pueden generar lesiones fatales.

- i) Características técnicas: disparan balas de goma, cartuchos de plástico o proyectiles menos letales. Calibres comunes: 9 mm PAK, .380 R, 12/70 (escopetas). Utilizan mecanismos similares a armas de fuego convencionales.
- ii) Perspectiva criminalística: el impacto a corta distancia puede generar fracturas, hematomas o perforación de órganos. La evaluación forense debe considerar la distancia del disparo, el tipo de proyectil y el calibre, ya que estos factores influyen directamente en el grado de lesión.

Figura 142

Pistola traumática semiautomática y su cargador



Nota. Pistola traumática semiautomática con su respectivo cargador y municiones de goma. empleando cartuchos especiales que expulsan proyectiles de goma, plástico o metal. Su mecanismo y diseño son similares a las armas de fuego



convencionales, aunque adaptadas para disparar munición traumática.

Figura 143

Comparación entre proyectil de arma de fuego convencional y proyectil de arma traumática

Proyectil de arma de fuego convencional

Material metálico
(mayor peso)



Punta roma
(ayuda a vencer la
resistencia del aire)

VS

Proyectil de arma traumática



Material de plomo
caucho o plástico



Punta
aplanada

(bajo peso: pérdida de velocidad y
estabilidad en vuelo, menor penetración)

Materiales de municiones de arma traumática

Caucho o plástico
con núcleo metálico



Copa de
Plomo



Caucho o plástico
macizo



Perdigones de
plomo o plástico



Nota. Diferencias entre proyectiles convencionales (material metálico, punta roma) y proyectiles de armas traumáticas (material de plomo, caucho o plástico, punta aplanada), así como los materiales típicos de las municiones traumáticas. Esta comparación es esencial para la identificación balística y el análisis forense de lesiones por diferentes tipos de proyectiles.

d) Armas de juguetes, encendedores, entrenamiento y otros

Se entiende por armas de juguetes, encendedores, entrenamiento y otros aquellos objetos diseñados originalmente sin capacidad letal, pero que adoptan características morfológicas, dimensionales o funcionales semejantes a un arma de fuego real. Aunque carecen de los elementos internos propios de un sistema balístico convencional (como el cañón estriado, mecanismo de ignición de pólvora o sistema de eyección), su apariencia externa imita con alto grado de realismo pistolas, revólveres, rifles u otros dispositivos bélicos.

Estas armas simuladas son frecuentemente utilizadas en contextos criminales debido a su capacidad de generar intimidación, su facilidad de ocultamiento y su posibilidad de ser confundidas por víctimas, testigos y fuerzas de seguridad. Criminalistamente, su análisis exige la diferenciación técnico-morfológica frente a armas funcionales, evaluando factores como: ausencia de sistema de ignición, imposibilidad de disparo efectivo, materiales de fabricación y posibles adaptaciones posteriores que les otorguen un grado limitado de lesividad. Su uso en delitos configura un agravante legal por su función de amenaza o simulación violenta (INTERPOL, 2022; UNODC, 2020; Houck y Siegel, 2023).

e) Armas menos letales por fulminante y de gas

Son aquellas armas de fuego destinadas para disparar cartuchos calibre con proyectiles goma, de los distintos calibres en gauge por otro lado las armas destinadas para disparar cartuchos con cargas de gas lacrimógeno, detonados por mecanismos similares a armas de fuego reales y otros. Comúnmente empleadas por fuerzas del orden en control de disturbios (UNODC, 2019). En sus diferentes



clasificación, simples y múltiples, mediante un sistema de detonación similar al de armas de fuego convencionales.

Se utilizan en control de disturbios y por fuerzas de seguridad. Características técnicas: cartuchos con carga de pólvora reducida, proyectiles de goma o plástico de alta densidad, calibres habituales: 12", 37/38 mm, 40 mm, perspectiva Criminalística: aunque están diseñadas para ser menos letales, el disparo a corta distancia o en zonas vulnerables puede ser letales. El perito debe documentar las características del proyectil y su trayectoria, así como la presencia de lesiones en el cuerpo de la víctima.

Figura 144

Escopeta calibre 37/38 mm Smith & Wesson para cartuchos de gas lacrimógeno



Nota. Escopeta calibre 37/38 mm, marca Smith & Wesson, diseñada específicamente para el disparo de cartuchos de gas lacrimógeno. Este tipo de arma es de uso común en operaciones policiales y de control de disturbios, debido a su capacidad para lanzar proyectiles no letales destinados a dispersar multitudes o neutralizar amenazas sin recurrir a munición convencional.

Figura 145

Cartuchos de gas lacrimógeno calibre 37/38 mm, marca HEDS, base simple



Nota. Cartuchos de gas lacrimógeno calibre 37/38 mm de la marca HEDS, con base simple. Este tipo de cartuchos está diseñado para ser utilizado en armas no letales, especialmente en escopetas específicas para control de multitudes, y su función principal es la dispersión de agentes químicos.



f) Armas artesanales y hechizas

Las armas artesanales y hechizas son dispositivos contruidos de manera rudimentaria, sin estándares de fabricación ni controles industriales la mismas que son letales como las armas de fuego. Su uso se observa predominantemente en situaciones de delincuencia común, conflictos sociales y en regiones donde las armas convencionales son difíciles de adquirir.

i) Características Generales

Fabricadas con materiales caseros o de fácil acceso: tubos de metal, caños de gas, resortes y otras piezas, Utilizan municiones convencionales o improvisadas, Disponen de mecanismos básicos para la detonación, como percusión directa, sistemas de resorte o detonadores eléctricos, carecen de homologación, número de serie y trazabilidad legal, Riesgo alto de fallos en el disparo y lesiones al propio usuario.

ii) Clasificación según el mecanismo de disparo

Las armas artesanales pueden clasificarse en función de su sistema de funcionamiento, ya que la variedad de diseños hace imprescindible una categorización que permita comprender su potencial lesivo y sus implicancias criminalísticas.

(1) Armas de percusión directa:

Estas armas se caracterizan por utilizar un resorte o un mecanismo de golpe directo para accionar el fulminante del cartucho. Son las más comunes debido a la simplicidad de su diseño.

(2) Características técnicas:

Utilizan un percutor improvisado (clavo, tornillo) que impacta el fulminante, el cañón suele ser un tubo metálico de calibre aproximado al cartucho utilizado. No tienen sistemas de seguridad, lo que aumenta el riesgo de detonación accidental.

(3) Perspectiva criminalística:

Estas armas dejan marcas irregulares en el casquillo debido al percutor artesanal. El perito debe identificar la morfología del impacto para determinar si el disparo se produjo con este tipo de dispositivo.

(4) Armas de caño o tubo:

Se componen de un tubo metálico donde se introduce el cartucho. El disparo se genera al golpear la base del cartucho contra una superficie dura o mediante un resorte activado manualmente.

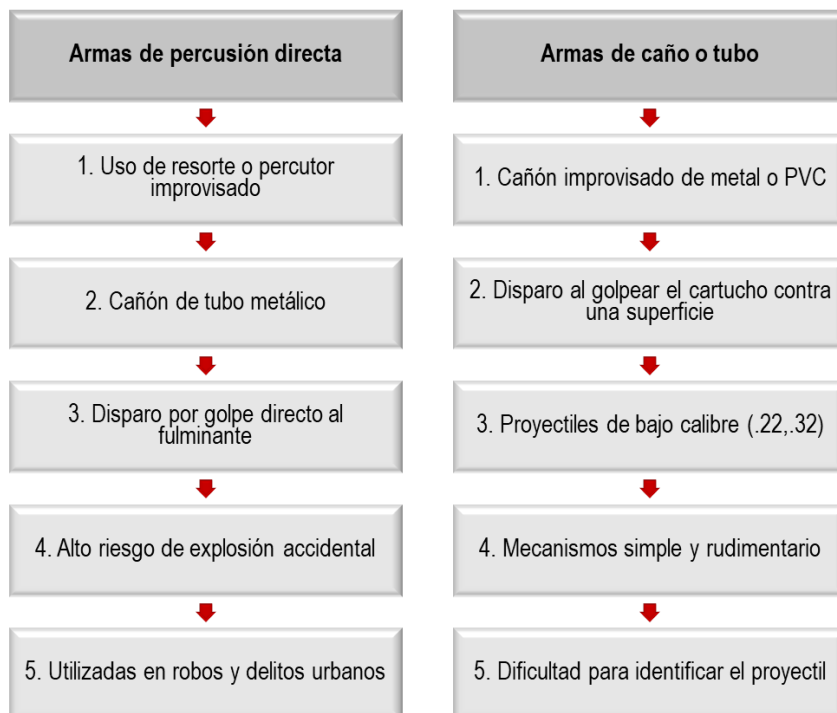
(5) Características técnicas:

Generalmente de calibre pequeño: .22", .32" o 12", 16" gauge, mecanismo de disparo rudimentario, a veces con una sola bala cargada, alta probabilidad de reventón si el cartucho no se alinea correctamente.

Perspectiva criminalística:

El análisis debe centrarse en los residuos de pólvora dentro del tubo y la deformación del proyectil, ya que estas armas no tienen ánima rayada, lo que dificulta el cotejo balístico. Es importante documentar la estructura interna del cañón para identificar signos de reparación o refuerzo casero.



Figura 146*Características principales de las armas de percusión directa y de cañón o tubo*

Nota. Características y funcionamiento de las armas de percusión directa (resorte o percutor improvisado, alto riesgo de explosión y uso del cañón de tubo metálico) y de cañón o tubo (cañón improvisado de metal o PVC, disparo por golpe, y dificultad para identificar proyectiles).

10) Validación científica y control de calidad

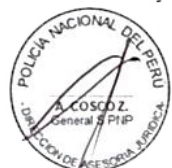
Como peritos en criminalística, sabemos que la balística forense y el análisis de explosivos son pilares en la investigación de delitos con armas y materiales detonantes. Estos campos aportan pruebas técnicas decisivas para esclarecer hechos relacionados con disparos, cartuchos y artefactos explosivos. Pero, para que un informe pericial sea fiable, es indispensable que los métodos aplicados cuenten con validación científica y que el laboratorio mantenga un sistema de control de calidad bien estructurado.

Validar una metodología implica demostrar que es precisa, reproducible y específica, lo que le da solidez técnica al informe pericial presentado en juicio. A su vez, el control de calidad permite estandarizar los procedimientos, reducir fallas y evitar interpretaciones subjetivas. En nuestro trabajo, un error puede cambiar el curso de un proceso judicial; por eso, emplear protocolos validados y buenas prácticas no solo avala nuestra credibilidad como expertos, sino que contribuye a una justicia más objetiva.

Seguidamente se presentan algunos criterios del por qué la validación de métodos y los controles de calidad son esenciales en la balística y los explosivos forenses, asegurando que cada conclusión se sustente en ciencia rigurosa y no en suposiciones.

a) Criterios de reproducibilidad y margen de error

La validación científica en balística forense es fundamental para garantizar la fiabilidad y precisión de los resultados periciales. Los criterios de reproducibilidad y el margen de error son elementos clave en este proceso, pues permiten evaluar la consistencia de los resultados obtenidos bajo condiciones similares.



i) Teoría de la reproducibilidad y margen de error

Según Balthazard (1914), uno de los pioneros en balística forense, la reproducibilidad es esencial para atribuir un proyectil a un arma específica. La teoría establece que cada arma de fuego deja huellas únicas en los proyectiles disparados, las cuales deben ser consistentes al repetirse el disparo en condiciones controladas. Posteriormente, el NIST (2023) refuerza esta idea señalando que cualquier variabilidad debe ser evaluada estadísticamente.

El margen de error se define como la variación posible entre el resultado obtenido y el valor real. En balística, este margen debe cuantificarse para garantizar la precisión del análisis, considerando factores como la precisión instrumental, el desgaste del arma y el error humano (SWGGUN, 2022).

ii) Aplicación en balística forense

La identificación balística implica comparar patrones generados por armas específicas. La reproducibilidad garantiza que los resultados sean replicables, mientras que el margen de error define el grado de certeza. Ambos criterios son esenciales para mantener la integridad de la pericia

b) Normas ISO/IEC, ASTM, ENFSI

La aplicación de normas internacionales asegura que los procedimientos empleados en balística forense sean fiables y replicables. Las normas más relevantes son las de ISO/IEC, ASTM y ENFSI, que establecen criterios de calidad y competencia técnica.

i) Fundamentos teóricos de las normas

Las normas ISO/IEC, establecen un marco para asegurar que los laboratorios mantengan competencia técnica y consistencia en sus resultados. Esta norma resalta la importancia de la validación de métodos y el control de calidad como elementos esenciales para la credibilidad de los informes periciales.

La ASTM, por su parte, enfatiza el uso de métodos estandarizados para el análisis balístico, (ASTM E2926-17). La ENFSI complementa estos enfoques promoviendo la armonización de prácticas en Europa.

c) Admisibilidad judicial: Daubert y Frye

En el contexto judicial, los criterios Daubert y Frye establecen los parámetros para aceptar los informes periciales balísticos como prueba en un tribunal.

i) Teoría de admisibilidad científica

El estándar Frye (1923) sostiene que una teoría debe ser generalmente aceptada por la comunidad científica, mientras que el estándar Daubert (1993) agrega criterios como la falsabilidad, el margen de error conocido, la revisión por pares y la aceptación general. Estos criterios aseguran que la pericia se base en métodos científicamente válidos.

En balística, la metodología debe demostrar que el análisis comparativo de proyectiles sigue protocolos reconocidos y que el margen de error es cuantificable y aceptable. La falta de reproducibilidad puede comprometer la admisibilidad.



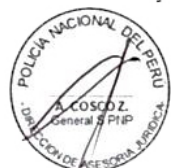
d) Procedimientos de control de calidad en laboratorios

El control de calidad en los laboratorios de balística forense asegura que los resultados sean precisos, fiables y reproducibles. Los procedimientos internos y externos garantizan el cumplimiento de estándares internacionales.

i) Teoría de control de calidad en laboratorios

La teoría de gestión de calidad establece que los procesos deben ser constantemente monitorizados para identificar variaciones que puedan comprometer la fiabilidad de los resultados. Según la SWGGUN (2022), el control interno incluye verificaciones periódicas de equipos y calibración, mientras que el control externo contempla auditorías Inter laboratoriales.

La trazabilidad documental es otro pilar esencial, permitiendo el seguimiento de cada etapa del análisis para garantizar la transparencia y la reproducibilidad. Esta documentación debe incluir registros detallados de los procedimientos empleados y los resultados obtenidos.



3.2.6. Biología forense⁸

1) Historia

Hasta el siglo XIX, la biología forense se desarrolló principalmente en el ámbito de la medicina legal y la antropología forense. Con el inicio del siglo XX, la incorporación de la genética permitió la identificación de personas mediante el análisis del ácido desoxirribonucleico (ADN). A lo largo del tiempo, los avances científicos en el campo de la biología contribuyeron significativamente a la criminalística, promoviendo la modernización y precisión de los métodos utilizados en los peritajes biológicos (Ayón, 2019). En la actualidad, a partir del desarrollo de nuevas disciplinas y conforme a la clasificación de los pronunciamientos periciales, la biología forense se divide en diversas áreas de estudio e investigación, como: biología y genética molecular (ADN), hematología forense, espermatología forense, fanerología forense, microbiología forense, botánica forense y entomología forense.

2) Definición

La biología forense se reconoce como una rama especializada de la biología que integra principios y métodos científicos al campo de la criminalística. Su objetivo principal es analizar indicios de naturaleza biológica con fines de identificación y reconstrucción de hechos delictivos. A través del empleo de técnicas y metodologías específicas, esta disciplina examina muestras y rastros biológicos como sangre, cabello, tejidos, fluidos corporales u otros materiales que pueden haber sido dejados por el presunto autor o la víctima en la escena del crimen. Dichos análisis permiten determinar la procedencia de las evidencias y establecer relaciones entre los participantes y los sucesos, investigados. En consecuencia, la biología forense cumple un rol esencial en el fortalecimiento de la investigación policial y en la administración de justicia, al aportar resultados objetivos, verificables y sustentados en fundamentos científicos.

3) Importancia

La importancia de la biología forense radica en el aporte técnico y científico que proporciona al esclarecimiento de hechos delictivos, a partir del estudio sistemático de huellas, rastros, indicios o evidencias biológicas dejadas por la persona autora o la víctima en la escena del crimen. Los informes periciales que se generan tienen como finalidad alcanzar certeza y ser aplicables en un contexto legal, contribuyendo con la administración de justicia.

4) Actividad pericial

La labor del perito biólogo consiste en reconocer, buscar y recolectar indicios o evidencias biológicas, así como en realizar la toma de muestras indubitadas en personas o cadáveres, para su posterior análisis en el laboratorio, con la finalidad de establecer su vinculación con un hecho delictivo, sea en su condición de presunta víctima o persona investigada. Elabora pericias biológicas forenses en las diferentes especialidades, que incluyen principalmente las pericias en hematología, espermatología, tricología forense, biología molecular, microbiología, entre otras relacionadas con la especialidad. El campo de acción de la biología forense es amplio y se refleja en su aporte significativo a la criminalística. Aplica el estudio en:

- Personas: realiza la recolección de muestras biológicas en personas agraviadas o víctimas de delitos contra la libertad sexual, la vida, el cuerpo y la salud, así como en delitos contra el patrimonio y otros.

⁸ Redactado por: Cnl. S. PNP Margot Huamán Mendieta; Cnl. S. PNP Jessica Alicia Castagnola Alegría; Cnl. S. PNP Lizandrina Pérez Quispe; Cnl. S. PNP Richard Manuel Pinto Gamarra y May. S. PNP Diana Patricia Delgado Arriola.

El propósito de este procedimiento es establecer correspondencias que permitan relacionar los indicios biológicos obtenidos con el hecho materia de investigación.

- Cadáveres: efectúa búsqueda de indicios y/o evidencias biológicas tales como cabellos, restos seminales, sangre, sarro ungueal, saliva, entre otros, según corresponda al caso.
- Muestras biológicas: según su origen y procedencia, se realizan análisis tricológicos, espermatológicos, hematológicos, salivales, determinación del perfil genético mediante pruebas de ADN, así como exámenes microbiológicos y ambientales.

a) Hematología forense

i) Definición

La hematología forense se fundamenta en el estudio de las manchas de sangre, analizando características como su forma, color, tamaño, cantidad, mecanismo de producción y aspecto general, con el propósito de contribuir a la reconstrucción de los hechos o a la identificación de los involucrados (Ayón, 2019). Esta disciplina, considerada una rama especializada de la biología forense, aplica el conocimiento científico de la sangre al ámbito de la criminalística, enfocándose en el análisis de manchas y patrones hemáticos presentes en la escena del crimen, procedentes tanto de la presunta víctima como del posible agresor. Las manchas de sangre se definen como los depósitos de este fluido sobre una superficie determinada, mientras que el patrón de manchas hace referencia a la disposición o agrupación que presentan, la cual permite inferir el modo en que la sangre fue depositada, considerando su forma repetitiva, regularidad y orden espacial (Gutiérrez, 2018).

ii) Importancia

La búsqueda de las manchas de sangre en la escena del crimen debe realizarse de manera exhaustiva, inmediata y objetiva, mediante una revisión minuciosa de todas las superficies y objetos presentes, este procedimiento incluye también tanto a la víctima como a la persona investigada. Las manchas pueden ser visibles o imperceptibles, sobre todo cuando se ha intentado removerlas mediante lavado o debido a la naturaleza y color de la superficie del soporte que las contiene. Ante tales circunstancias, la hematología forense recurre a diversas técnicas y métodos especializados que facilitan la localización, identificación, recolección y análisis de las manchas de sangre con rigurosidad científica. El estudio de los patrones hemáticos, efectuado por la hematología forense, resulta fundamental para la reconstrucción de los hechos delictivos, al permitir comprender la dinámica de los eventos ocurridos en el lugar donde se hallaron las manchas (aspecto reconstructor). Del mismo modo, posibilita determinar si las muestras corresponden a sangre humana y, mediante el análisis de ADN, identificar la fuente biológica de origen (aspecto identificador). En conjunto, estos procedimientos aportan evidencia científica esencial para el esclarecimiento de los hechos y fortalecen la investigación criminal, contribuyendo de manera directa al sistema de administración de justicia.

iii) Aspecto reconstructor de la sangre

La hematología forense, a través del análisis de los patrones de manchas de sangre, tiene como objetivo determinar la forma y las circunstancias en que ocurrieron los hechos. Por ello, resulta fundamental realizar un estudio "in situ" de dichos patrones, el cual debe efectuarse de manera minuciosa y sistemática. Este examen comprende el registro detallado de las características observadas en las manchas de sangre, tales como su color, forma, tamaño, distribución y ubicación,



junto con otras particularidades relevantes que permitan una interpretación precisa y confiable durante el análisis forense.

(1) Color de las manchas de sangre

El color y el aspecto de una mancha de sangre varían según la naturaleza de la superficie y las condiciones ambientales a las que haya estado expuesta. En superficies no absorbentes y de tonalidad clara, una mancha de sangre fresca presenta un color rojo intenso de aspecto brillante, mientras que, en superficies absorbentes del mismo tono, adquiere un color rojo opaco que tiende a oscurecerse más con el paso del tiempo. Las manchas que han sido sometidas a lavado suelen mostrar tonalidades que van del rosado al amarillento. Además, factores como la exposición a la luz solar, el calor, la humedad, las condiciones atmosféricas y la contaminación influyen en la pérdida de brillo y en la variación del color original. En consecuencia, las manchas de sangre observadas en los análisis forenses pueden presentar diferentes tonalidades, que van desde el rojo vivo hasta el pardo rojizo, marrón o pardo oscuro.

Figura 147

Color de las manchas de sangre



Nota. Manchas pardo-rojizas, en superficie de la parte interior de la puerta de un vehículo. Inspección bio criminalística en la escena del crimen, realizado por perito biólogo de la DIVLACRI - DIRCRI PNP.

Figura 148

Color de las manchas de sangre



Nota. Manchas pardo-oscuros, impregnadas en prenda de vestir, muestra analizada en el laboratorio de análisis biológicos generales de la especialidad de biología forense – DIRCRI PNP.



(2) Patrones de manchas de sangre

La Asociación Internacional de Analistas de Patrones de Manchas de Sangre (International Association of Bloodstain Pattern Analysts, IABPA, por sus siglas en inglés), tiene como objetivo primordial fomentar y promover la ciencia del análisis de patrones de manchas de sangre (Gutiérrez, 2018). Esta asociación establece la terminología correcta y actual de los patrones de manchas de sangre, entre las cuales se describe: patrón de salpicadura, patrón de desprendimiento, reguero de goteo (comúnmente conocido como goteo continuo), patrón de flujo (conocido como escurrimiento), patrón de salpicadura, patrón de arrastre, entre otros. Asimismo, la IABPA establece tipos de manchas de sangre como: charco, saturación (conocida como impregnación), goteo, coágulo, transferencia o contacto, entre otros. Asimismo, la IABPA establece diferentes tipos de manchas de sangre, como el charco, la saturación también conocida como impregnación, el goteo, el coágulo y la transferencia o contacto, entre otros. Dichas clasificaciones resultan fundamentales para la interpretación técnica y científica de los patrones hemáticos observados en una escena del crimen, contribuyendo al análisis reconstructivo de los hechos.

Figura 149

Patrones de manchas de sangre



Nota. Patrón de flujo, resultado del movimiento del volumen de la sangre debido a la gravedad, que escurre de la fuente (cuerpo) hacia el pavimento. Inspección bio criminalística en la escena del crimen, realizado por perito biólogo de la DIVLACRI - DIRCRI PNP.

Figura 150

Patrones de manchas de sangre



Nota. Mancha de sangre tipo transferencia, impresión formada en la pared por el contacto que hizo una superficie con sangre. Inspección bio criminalística en la escena del crimen, realizado por perito biólogo de la DIVLACRI - DIRCRI PNP.



Figura 151
Manchas de sangre



Nota. Patrón de reguero de goteo, formado por el goteo continuo de la sangre sobre el piso. Inspección bio criminalística en la escena del crimen, realizado por perito biólogo de la DIVLACRI - DIRCRI PNP.

Figura 152
Manchas de sangre



Nota. Mancha de sangre tipo charco, formada por la acumulación de sangre líquida sobre el piso. Inspección biocriminalística en la escena del crimen, realizado por perito biólogo de la DIVLACRI - DIRCRI PNP

(3) Recojo de manchas de sangre

Para la recolección de manchas de sangre, es imprescindible emplear elementos de bioseguridad que garanticen la protección del personal y eviten la exposición a posibles agentes infecciosos. Estas medidas también previenen la contaminación de las muestras destinadas a análisis posteriores. Existen diversos métodos de recolección de evidencias hemáticas, cuya aplicación depende de las características del escenario. Cuando la mancha se encuentra sobre un soporte transportable como papel, prendas de vestir u otros materiales móviles, se procede a levantar la totalidad del objeto que la contiene. En cambio, si la mancha



se halla sobre una superficie no transportable, como el piso o una pared, se extrae únicamente una porción representativa mediante el método de impregnación, utilizando hisopos o fragmentos de gasa estéril.

Figura 153

Formas de recojo de muestras de sangre



Nota. Perito biólogo forense, recogiendo muestras de sangre, utilizando gasa estéril y pinzas, en una Inspección bio criminalística en el lugar de los hechos.

Figura 154

Formas de recojo de muestras de sangre



Nota. Recojo de muestras de sangre, utilizando hisopo estéril, en una inspección bio criminalística en el lugar de los hechos, realizado por perito biólogo de la DIVLACRI - DIRCRI PNP.



- iv) Secado, embalaje, rotulado y envío al laboratorio en cadena de custodia.

Las manchas de sangre o las muestras obtenidas deben recolectarse empleando hisopos, gasas u otros soportes estériles, procurando su secado *in situ* siempre que las condiciones lo permitan. En caso contrario, los indicios con presuntas manchas hemáticas deberán ser secados en el laboratorio o en la unidad responsable de la recolección.

Para el embalaje, se recomienda utilizar sobres o envoltorios de papel de primer uso, así como cajas de cartón limpias y secas. El uso de bolsas plásticas debe evitarse, ya que favorece la retención de humedad y puede provocar el deterioro o la degradación de la muestra biológica. Es necesario individualizar las muestras recogidas para su correspondiente rotulado. Se debe lacrar con la firma y posfirma de las partes intervinientes, y asegurar con cinta adhesiva. Es fundamental proteger la muestra del contacto con agua durante su transporte al laboratorio, manteniendo siempre la cadena de custodia.

- v) Aspecto identificador de la sangre

La hematología forense permite establecer si la mancha analizada corresponde a sangre humana, mediante la aplicación de pruebas de orientación y ensayos específicos de determinación de especie.

- (1) Pruebas de orientación:

Estas pruebas permiten confirmar la presencia de manchas en superficies o soportes donde se presume la existencia de sangre, incluso cuando no presentan sus características típicas, como color, forma o textura. Los ensayos de orientación o pruebas presuntivas se fundamentan en la capacidad del grupo "hemo" de la hemoglobina para actuar como catalizador con actividad peroxidasa. Esta propiedad le permite reaccionar con el peróxido de hidrógeno, liberando oxígeno, el cual oxida al reactivo orgánico reducido, generando una coloración distintiva o luminiscencia. Este fenómeno se observa al emplear reactivos como la bencidina, la fenoltaleína, Luminol y Blue Start (Ayón, 2019).

Las reacciones de orientación o preliminares pueden generar resultados falsos positivos, es decir, una coloración o luminiscencia propia del reactivo frente a sustancias distintas a la sangre, como colorantes químicos, sales de cobre o de níquel, así como peroxidases vegetales. Por ello, se deben realizar ensayos adicionales; las pruebas de orientación más utilizadas son las siguientes:

- (a) Adler

Consiste en el uso de una solución saturada de bencidina en alcohol etílico al 96 %, a la que se le agregan unas gotas de ácido acético glacial (Solución A). Antes de su aplicación, se le adicionan unas gotas de agua oxigenada al 3 % (Solución B). Se ha reportado que puede detectar concentraciones de sangre de 1 en 200 000 a 300 000 ppm. Al entrar en contacto con la sangre, se produce de manera inmediata una coloración azul. En la siguiente imagen se muestra una reacción positiva obtenida mediante la prueba de Adler, realizada en el laboratorio de biología forense de la DIVLACRI – DIRCRI PNP.



Figura 155

Prueba de orientación con el reactivo de ADLER



Nota. Examen de orientación aplicando el reactivo de Adler en las manchas pardo-oscuras, de la zapatilla, con resultado positivo para sangre.

(b) Kastle Meyer

La prueba de Kastle-Meyer, o prueba de la fenoltaleína, presenta un funcionamiento similar al de la prueba con bencidina, tiene una sensibilidad de aproximadamente 1:10 000, esto significa que puede detectar una parte de sangre a 10 000 partes de solución (Idris, B., & Goodwin, W. H. 2022). En presencia de sangre, la fenoltaleína se oxida en medio alcalino, generando una coloración rosada. No obstante, esta reacción también puede producirse frente a otros agentes oxidantes. Una de las principales ventajas de la fenoltaleína es que no posee propiedades cancerígenas (Sniegovski et al., 2016).

Figura 156

Prueba de orientación con el reactivo de fenoltaleína



Nota. Examen de orientación aplicando el reactivo de Fenoltaleína en las manchas pardo-oscuras, presentes en la zapatilla, con resultado positivo para sangre. Examen realizado por perito biólogo forense de la DIVLACRI DIRCRI PNP.



(2) Análisis de quimioluminiscencia

En estas pruebas, las manchas de sangre se evidencian mediante una luminiscencia de color azul brillante, producto de la quimioluminiscencia generada por la reacción del reactivo en medio alcalino con un agente oxidante (como peróxido de hidrógeno, perborato o permanganato de sodio), en presencia del hierro contenido en la hemoglobina. Reactivos de alta sensibilidad como el Luminol permiten detectar sangre en concentraciones tan bajas como 1:1 000 000 ppm (Taylor, A. 2024).

Figura 157

Prueba de orientación con el reactivo de quimioluminiscencia



Nota. Izquierda: Trapeador antes de la aplicación del reactivo de alta sensibilidad. Derecha: Trapeador luego de la aplicación del reactivo, mostrando quimioluminiscencia positiva. Examen de orientación positivo para sangre, realizado por perito biólogo forense de la DIVLACRI - DIRCRI PNP.

(3) Otros (tiras reactivas)

En la actualidad, existen diversos kits modernos diseñados para determinar si una muestra o mancha corresponde a sangre. Entre ellos destacan las tiras reactivas para hemoglobina REDDYZ, con un rango de medición de 5,0 a 26 g/dL. Su uso es cada vez más frecuente debido a su facilidad de aplicación, mínima manipulación de la muestra y prescindencia de reactivos o equipos complementarios. Estas tiras actúan detectando la actividad peroxidasa característica de la hemoglobina presente en la sustancia analizada. Para su aplicación, se frota la tira sobre una mancha previamente humedecida o sobre un hisopo con una muestra sospechosa de sangre seca. Si se confirma la presencia de hemoglobina, la punta recubierta con el reactivo adquiere un tono verde. El resultado se interpreta comparando la coloración obtenida con la tabla cromática incorporada en el envase, lo que permite estimar la concentración de hemoglobina en la muestra analizada.

(4) Pruebas para determinación de especie:

Una vez confirmada la presencia de sangre en una muestra o superficie, el siguiente paso consiste en determinar su origen, es decir, establecer si pertenece a un ser humano o a otra especie para ello, en el laboratorio forense se emplean técnicas microscópicas e inmunocromatográficas, consistente en:



(a) Examen microscópico

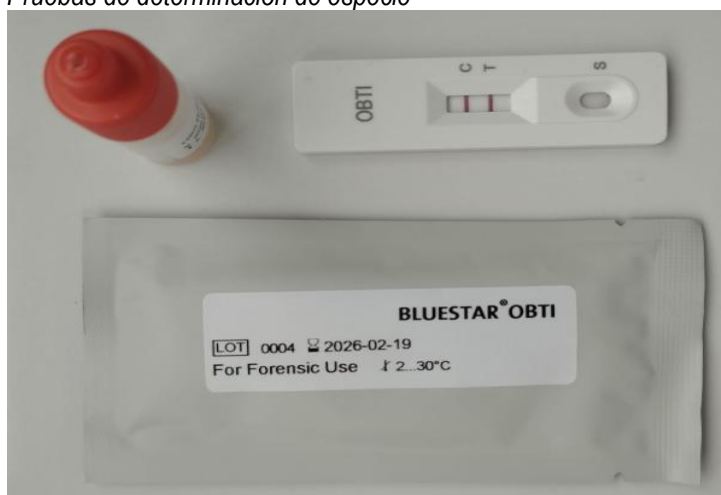
La identificación de glóbulos rojos en una muestra puede ser un elemento clave, ya que su tamaño y morfología varían según la especie. En los seres humanos, al igual que en la mayoría de los mamíferos, los eritrocitos son circulares y carecen de núcleo. Existen excepciones, como el camello y la llama, cuyos glóbulos rojos son ovalados, aunque también anucleados. En contraste, las aves, reptiles y peces presentan glóbulos rojos nucleados y de mayor tamaño en comparación con los de origen humano. Sin embargo, la eficacia de esta técnica puede verse afectada por factores que modifican la morfología celular, tales como la naturaleza del soporte, el tiempo transcurrido desde la recolección, los procesos de descomposición o la manipulación previa de la muestra.

(b) Pruebas inmunocromatográficas

El fundamento de estas pruebas radica en un ensayo inmunológico con inmobilizados de tipo IgG, diseñado para detectar de forma selectiva sangre humana. En la zona de prueba de la membrana se encuentran anticuerpos monoclonales específicos frente a la hemoglobina humana. Durante el procedimiento, la muestra reacciona con partículas que presentan en su superficie anticuerpos anti-hemoglobina humana, formándose un conjugado. Este conjugado se desplaza por acción capilar hacia el extremo opuesto de la membrana. Si el resultado es positivo, los anticuerpos específicos inmobilizados en la membrana reaccionan con la mezcla del conjugado, generando líneas coloreadas visibles. La línea de control debe observarse en todos los casos, ya que indica que el procedimiento se ha desarrollado correctamente. Por ejemplo, el Hexagon Obti es altamente sensible para detectar sangre humana, detecta diluciones hasta 1:15 000 (Idris, B., & Goodwin, W. H. 2022).

Figura 158

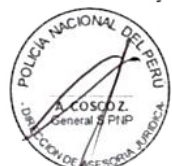
Pruebas de determinación de especie



Nota. Ensayo inmunocromatográfico para detectar de forma rápida sangre humana, reacción positiva al observarse las dos líneas coloreadas en el dispositivo de prueba.

(c) Prueba de grupo sanguíneo

Esta prueba permite determinar si una mancha de sangre pertenece a un grupo sanguíneo específico. Su aplicación es de carácter orientativo, ya que contribuye a la identificación preliminar de posibles implicados en una investigación criminal, sin poseer valor



identificativo ni excluyente. Por tanto, no permite atribuir de forma individual la autoría del hecho, sino únicamente clasificar a los sospechosos para un eventual cotejo posterior (Estevez, 2008). En la actualidad, se recomienda emplear técnicas de mayor precisión, como el análisis de ADN, para la identificación humana. Además de su carácter no individualizante, esta prueba presenta limitaciones prácticas, como la necesidad de una cantidad considerable de muestra, la cual podría destinarse a análisis más concluyentes. Asimismo, los aglutinógenos y aglutininas se degradan con el tiempo y la manipulación, lo que reduce la fiabilidad de los resultados; por ello, su uso no se considera recomendable en la práctica forense (Ayón, 2019). La reacción de aglutinación se produce cuando un antígeno presente en los glóbulos rojos entra en contacto con un antisuero específico, generando o no una respuesta visible, según el método directo o indirecto empleado y el estado de la muestra. Para la determinación del grupo sanguíneo, se utilizan diferentes sistemas, destacando el sistema ABO, compuesto por los grupos A, B, AB y O, ampliamente aplicado en el ámbito forense.

vi) Factores que pueden influir en los resultados de las pruebas de hematología forense

Los resultados de las pruebas de hematología forense pueden verse afectados por diversos factores, entre ellos la antigüedad de la mancha, la naturaleza del sustrato, las condiciones ambientales a las que fue expuesta y la cantidad de muestra disponible. La antigüedad es especialmente relevante, ya que los anticuerpos son inestables y tienden a degradarse con el tiempo, lo que limita su detección. Asimismo, elementos como el calor, la exposición solar directa, la humedad, la contaminación microbiológica o un embalaje inadecuado reducen significativamente la posibilidad de obtener resultados confiables. De ello se desprende que la eficacia técnica de los métodos de análisis forense depende, en gran medida, de la calidad de la muestra. Dicha calidad no solo está determinada por las características intrínsecas de la evidencia biológica, sino también por los procesos de recolección, conservación, embalaje y traslado al laboratorio, etapas cruciales para mantener su integridad.

Las muestras de sangre pueden ser remitidas al laboratorio en diversos tipos de soportes capaces de contenerlas, dependiendo de las condiciones y el contexto en que fueron recolectadas.

Figura 159

Manchas de sangre en diferentes soportes



Nota. Manchas de sangre impregnadas en prendas de vestir, muestras analizadas en el Laboratorio de Análisis Biológicos Generales– DIVLACRI - DIRCRI PNP.



Figura 160*Manchas de sangre en diferentes soportes*

Nota. Izquierda: Manchas de sangre tipo contacto en superficie de la hoja metálica del cuchillo. Derecha: manchas de sangre visibles en la superficie del cañón del arma de fuego, muestras analizadas en el Laboratorio de Análisis Biológicos Generales – DIRCRI PNP.

Figura 161*Manchas de sangre en diferentes soportes*

Nota. Hisopos con impregnación de manchas de sangre; muestras analizadas en el Laboratorio de Análisis Biológicos Generales – DIRCRI PNP.

b) Espermología forense**i) Definición**

Es una rama de la biología forense encargada del estudio del semen y las manchas seminales en la investigación de delitos contra la libertad sexual (violación y seducción), contra el pudor y las buenas costumbres, así como otros delitos de carácter patológico (necrofilia, bestialismo, zoofilia) (Manual de Criminalística PNP, 2015). Esta especialidad abarca el examen y detección de restos seminales a partir de muestras obtenidas de la cavidad vaginal, rectal, bucal, superficies corporales y genitales, así como de muestras tomadas de la escena del crimen, con el propósito de aportar información científica relevante para la investigación forense.

ii) Importancia

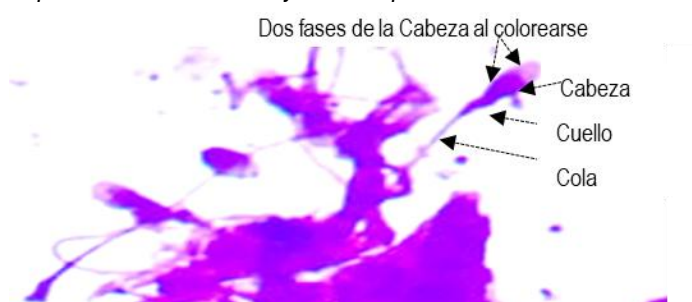
El análisis de manchas seminales proporciona información fundamental en la investigación de delitos contra la libertad sexual, contra el pudor y las buenas costumbres. La confirmación de la presencia de semen humano en las muestras examinadas resulta esencial, ya que permite la obtención de un perfil genético a través del análisis de ADN, posibilitando la individualización e identificación del posible autor del hecho.

iii) Manchas seminales

Las manchas seminales se forman por el contacto del semen con una superficie y presentan características según el soporte en el que se depositen. El semen o esperma humano es el producto de la secreción del aparato genital masculino, que aparece en el hombre después de la madurez



sexual. Está compuesto por espermatozoides, que se producen en los testículos, y el líquido seminal, aportado por las vesículas seminales y la próstata. La caracterización física del semen incluye: olor característico, aspecto lechoso, color generalmente blancuzco o blanco lechoso, opalescente y ligeramente amarillo. Posee un pH de 7.2 a 7.3 y está compuesto por el plasma o líquido seminal y los espermatozoides (García, 2017). El líquido seminal está formado por proteínas como fosfatasa alcalina, semenogelina y antígeno prostático específico; glicoproteínas como la p30, que se expresa en altos niveles en el epitelio de la próstata humana bajo el control de andrógenos y progesterina; azúcares como la glucosa, entre otros componentes (Valencia, 2018). Los componentes del líquido seminal humano son importantes, ya que permiten su identificación en caso de ausencia de espermatozoides. Los espermatozoides, que son los elementos celulares observados en el examen microscópico, están compuestos básicamente por cabeza (donde se encuentra el núcleo), cuello y cola (García, 2017). En el caso de muestras forenses, muchas veces, debido al deterioro de la muestra, solo se observan estructuras incompletas de espermatozoides (cabezas).

Figura 162*Espermatozoide humano y sus componentes*

Nota. Observación microscópica de la morfología del espermatozoide, en el Laboratorio de Análisis Biológicos Generales – DIRCRI PNP.

iv) Aspectos de las manchas según el soporte

Sobre la piel, el semen forma películas delgadas, brillantes y con apariencia barnizada. En superficies absorbentes, como ropa de cama, ropa interior, pañuelos, tejidos de algodón o papel higiénico, las manchas presentan un aspecto característico denominado “mapa geográfico”, con contornos irregulares, tonalidad grisácea y bordes definidos que se integran al tejido. En materiales no absorbentes, como lana, terciopelo o nylon, se observan en forma de escamas o películas brillantes (Manual de Criminalística, 2006).

Figura 163*Aspecto de las manchas seminales*

Nota. Prendas íntimas con manchas seminales; muestras analizadas en el Laboratorio de Análisis Biológicos Generales – DIRCRI PNP.



v) Búsqueda de manchas seminales

En los delitos contra la libertad sexual, el líquido seminal suele encontrarse en forma de manchas secas sobre distintos materiales o soportes, como las prendas de vestir de la víctima, del presunto agresor o de ambos. Asimismo, la recuperación de restos seminales puede realizarse mediante hisopados vaginales, anales, bucales u otros procedentes de la víctima, así como del balano prepucial del sospechoso. Durante la búsqueda de evidencia en la escena del crimen, es fundamental inspeccionar cuidadosamente camas, colchones, sofás, alfombras, pisos y cualquier otro lugar donde pudo haberse producido el presunto delito sexual. También deben examinarse objetos como toallas, pañuelos, papel higiénico, preservativos y demás materiales que pudieran haber sido utilizados para limpiar los órganos genitales o que guarden relación con el hecho investigado. Además, se recomienda revisar lavatorios, papeleras y, en escenarios al aire libre, zonas con hierba, tierra, arbustos, piedras o hojas caídas, dependiendo de las circunstancias del caso. Esta labor requiere contar con información contextual precisa sobre el suceso.

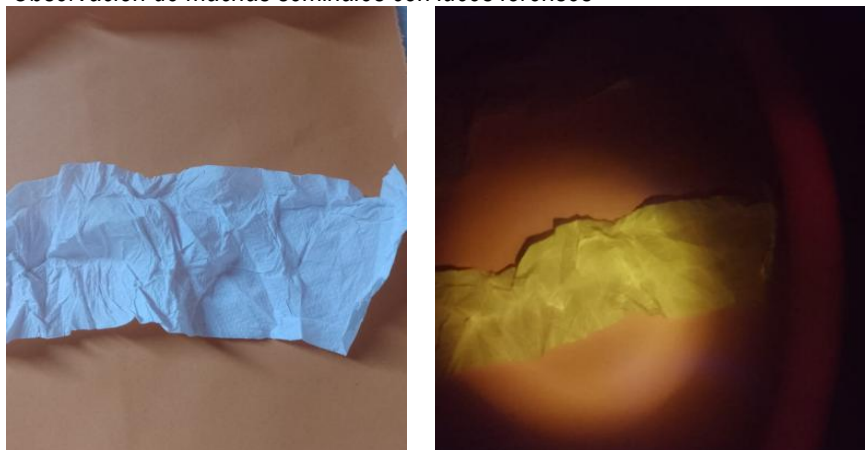
Los métodos más empleados para la detección de restos seminales incluyen el uso de luces forenses y la prueba de fosfatasa ácida, ambos de carácter orientativo y descritos a continuación:

(1) Uso de luces forenses

Las fuentes de luz alternativas comprenden linternas o lámparas de alta calidad, incluyendo aquellas que emiten radiación ultravioleta (UV). Bajo este tipo de iluminación, las manchas de semen presentan una fluorescencia directa que, aunque no es específica, facilita la localización de áreas sospechosas, especialmente en casos donde se requiere examinar grandes volúmenes de material o superficies extensas (Ayón, 2019). No obstante, la presencia conjunta de sangre y semen puede atenuar o enmascarar dicha fluorescencia. El uso de estas luces tiene un carácter exclusivamente orientativo.

Figura 164

Observación de machas seminales con luces forenses



Nota. izquierda: Fragmento de papel higiénico aparentemente sin manchas. Derecha: con la aplicación de luces forenses se aprecia manchas sospechosas para restos seminales; muestra analizada en el Laboratorio de Análisis Biológicos Generales– DIRCRI PNP.

(2) Prueba de fosfatasa ácida prostática

Esta prueba constituye un método orientativo útil para la detección preliminar de semen; sin embargo, su especificidad es limitada, por lo que requiere de análisis confirmatorios para evitar falsos positivos. Su fundamento químico se basa en la reacción de la fosfatasa ácida prostática con el alfa-naftil fosfato, liberando naftol y generando una coloración rojo vino (Estévez, 2008).



vi) Pruebas de certeza

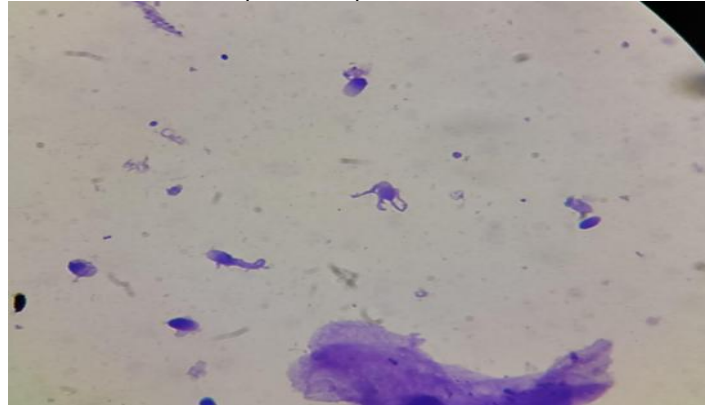
Estos análisis permiten identificar la presencia de semen humano a partir de sus componentes principales: el plasma seminal y los espermatozoides. Para tal fin, se emplean los siguientes métodos:

(1) Examen microscópico

El método más empleado en la actualidad es la observación microscópica de espermatozoides. No obstante, la ausencia de espermatozoides completos no excluye que la mancha analizada corresponda a semen, ya que la deshidratación provoca la fragilidad y destrucción de estas células, ocasionando la separación de las cabezas espermáticas (Bouvet, 2010). En el ámbito forense, las cabezas de espermatozoides constituyen la forma incompleta; que es la más comúnmente observada en las muestras.

Figura 165

Observación microscópica de espermatozoides humanos forenses



Nota. Observación microscópica de cabezas de espermatozoides humanos, usando frotis con violeta de genciana. Investigación de restos seminales en el Laboratorio de Análisis Biológicos Generales– DIRCRI PNP.

La ausencia de células espermáticas en una muestra puede deberse a diversos factores. Los espermatozoides suelen adherirse firmemente al tejido, lo que dificulta su recuperación. Además, la distribución irregular de la mancha puede hacer que el análisis se realice sobre una porción sin presencia de espermatozoides. También debe considerarse la posibilidad de que los sospechosos sean individuos azoospermicos u oligozoospermicos (Bouvet, 2010). Por ello, la detección del plasma seminal humano adquiere especial relevancia en los análisis forenses.

(2) Detección de plasma seminal humano

En la actualidad, la ciencia forense dispone de pruebas capaces de detectar componentes específicos del semen humano, como las glicoproteínas p30 (Antígeno Prostático Específico, PSA por sus siglas en inglés) y la semenogelina. Estas pruebas se basan en inmunoensayos cromatográficos presentados en formato de casete, caracterizados por su rapidez y facilidad de uso, disponibles comercialmente bajo nombres como ABA CARD p30 y RSID SEMEN. La sensibilidad de cada prueba varía según el tipo de muestra analizada, semen fresco, manchas antiguas, hisopos vaginales, orina o saliva; en el caso del PSA, puede detectar concentraciones superiores a 4 ng/mL.



Figura 166
Detección de plasma seminal



Nota. Izquierda: Prueba inmucromatográfica para detectar plasma seminal. Derecha: Reacción positiva para restos seminales, observación de las dos líneas coloreadas en el dispositivo de prueba.

En muestras forenses con sospecha de azoospermia u oligospermia, las evidencias deben remitirse a análisis de alta precisión mediante pruebas de ADN. Es recomendable aplicar ambos ensayos sin comprometer el material genético, ya que es posible obtener alícuotas durante el proceso de extracción, preservando así el ADN original para estudios posteriores (Pang et al., 2006).

c) Toma de muestra para investigación de restos seminales

Debe considerarse las características del hecho investigado, las condiciones en que ocurrió y el tiempo transcurrido desde el evento, con el fin de obtener información pertinente y de valor pericial (Reina et al., 2017).

i) Persona agraviada y/o presunto agresor

La toma de muestra debe efectuarse con el consentimiento informado tanto de la víctima como del presunto agresor, garantizando en todo momento la privacidad y comodidad de las personas involucradas. Para este procedimiento se emplean hisopos de algodón estéril.

En el caso del presunto autor o autores, la muestra debe obtenerse del área del balano prepucial.

ii) Occisos

Durante el levantamiento del cadáver, y en presencia del fiscal, se debe efectuar la toma de muestras correspondiente, de acuerdo con la naturaleza del caso en investigación, garantizando el cumplimiento de la documentación legal pertinente (actas y cadena de custodia).

iii) Recojo de manchas seminales en la escena del crimen

Una vez identificadas las posibles manchas seminales en la escena del crimen mediante el uso de luz forense y/o pruebas de fosfatasa ácida, se debe registrar y documentar minuciosamente su ubicación, acompañada de la elaboración de las actas correspondientes y la cadena de custodia. Empleando los equipos de protección personal y las medidas de bioseguridad necesarias para evitar la contaminación de las muestras y del personal, se recomienda recolectar, siempre que sea factible, el soporte completo que contenga la presunta mancha seminal. Si esta se encuentra sobre una



superficie fija como el suelo u otro tipo de soporte, se debe delimitar y rotular el área de muestreo, para luego realizar la recolección mediante hisopos o gasas estériles.

Figura 167

Recojo de muestras con restos seminales aparentes



Nota. Recojo de preservativos de un tacho de basura, utilizando pinzas, procedimiento realizado por perito biólogo de la DIRCRI PNP en una Inspección biocriminalística en el lugar de los hechos.

- iv) Secado, embalaje, rotulado y envío al laboratorio en cadena de custodia.

Cuando el secado de la evidencia no pueda realizarse en el lugar de los hechos, esta debe colocarse en sobres de papel estéril o de primer uso. Posteriormente, se debe embalar en sobres o cajas, lacrar, rotular y trasladar en cadena de custodia a la unidad encargada de la recolección o al laboratorio forense más cercano para su secado o análisis inmediato.

El secado ambiental debe efectuarse a temperatura ambiente, garantizando la ausencia de contaminación. Para ello, el área destinada debe ser ventilada, libre de humedad y sin presencia de moho, evitando el contacto de la evidencia con superficies que puedan introducir carga microbiana.

Una vez concluido el proceso, la evidencia correctamente secada, embalada, lacrada, rotulada y acompañada de la documentación correspondiente (actas y cadena de custodia), deberá remitirse al laboratorio forense, solicitando expresamente el análisis para la detección de restos seminales

- d) Factores que pueden influir en los resultados de las pruebas:

En el análisis espermatoológico, factores como la humedad, la flora bacteriana corporal y el tiempo resultan determinantes, pues influyen directamente en la degradación de la muestra y, en consecuencia, en la posible pérdida de la evidencia biológica.

5) Fanerología forense

- a) Definición

La fanerología forense es la disciplina que estudia las faneras —anexos del sistema tegumentario— con el propósito de contribuir a la administración de justicia. Estas estructuras incluyen plumas, escamas, uñas, garras, cuernos o astas, cascos, pezuñas y pelos (Burmeister, 2016).

- b) Importancia

En criminalística, las faneras de mayor relevancia forense son los elementos pilosos y las uñas, los cuales se analizan para esclarecer casos de lesiones, homicidios, agresiones sexuales, secuestros,





robos, abortos, fraudes relacionados con pelucas o pieles, sacrificio ilegal de animales para consumo y tráfico ilícito de fauna nativa, entre otros. La relevancia del análisis del cabello en el ámbito forense radica en su alta resistencia a la descomposición, lo que le permite conservar sus características morfológicas incluso después de largos periodos post mortem (García, 2017).

c) Recojo de muestras para exámenes fanerológicos:

La recolección debe efectuarse de manera directa, evitando el uso de instrumentos como pinzas, cintas adhesivas o tijeras, ya que podrían dañar las faneras objeto de estudio.

Los análisis más empleados en los estudios fanerológicos son el examen uncológico y el examen tricológico.

d) Examen uncológico

i) Definición

El examen uncológico consiste en el estudio biológico del sarro y del lecho ungueal de las uñas, abarcando su caracterización, descripción morfológica, toma de muestras y análisis de laboratorio. Su principal objetivo es detectar material biológico que pueda emplearse en pruebas de identificación, como el análisis de ADN.

ii) Importancia

Las uñas son extensiones queratinizadas del tejido cutáneo, de naturaleza córnea, elástica y transparente, situadas en el extremo distal del dorso de los dedos de manos y pies. Cumplen funciones táctiles, de rascado y actúan como armas naturales eficaces (Rossi et al., 2003). Su importancia forense radica en su potencial como herramienta de defensa o agresión. La superficie interna del borde libre de la uña constituye un hábitat ideal para la preservación de material transferido, conocido como "sarro ungueal" (Sharma, 2020). En casos de homicidios o agresiones sexuales, las uñas pueden aportar información valiosa, ya que la víctima puede arañar al agresor y viceversa, depositando células exógenas que representan una fuente potencial de ADN (Hebda, 2014). Por ello, la observación y descripción detallada de las uñas y del material que contienen resulta crucial en la investigación criminal.

iii) Caracterización morfológica

Se refiere a la descripción detallada de la muestra o de los bordes de las uñas en el momento de su recolección, información que puede resultar determinante para el análisis forense y el esclarecimiento del caso.

iv) Toma de muestra

Tras la caracterización y descripción morfológica de las uñas, se procede a la recolección de la muestra mediante remoción o barrido con hisopos de algodón estéril (Matte et al., 2012). Es fundamental que el perito biólogo forense valore cuidadosamente la muestra y obtenga información precisa para el análisis de ADN, asegurando así la preservación del material biológico y evitando su contaminación o pérdida, lo que permitirá la obtención de perfiles genéticos confiables.



Figura 168

Toma de muestra de sarro ungueal biológico en cadáveres



Nota. Perito biólogo del equipo multidisciplinario de la DIRCRI PNP tomando muestras de sarro ungueal de cadáver, durante una inspección biocriminalística.

Figura 169

Toma de muestra de sarro ungueal biológico en personas



Nota. Perito biólogo, tomando muestras de sarro ungueal de persona, en el ambiente de toma de muestras biológicas de las instalaciones de la DIRCRI PNP.

- v) Embalaje, rotulado y envío al laboratorio en cadena de custodia:

Una vez secada adecuadamente y protegida contra cualquier riesgo de contaminación, la muestra debe ser embalada en sobres de papel de primer uso, correctamente rotulada y remitida al laboratorio acompañada de la documentación correspondiente, incluyendo actas y cadena de custodia.

- vi) Pruebas de laboratorio:

El objetivo es encontrar elementos de interés biológico que podrían ser utilizados para el examen de ADN, cuando sea requerido, según el caso investigado; tales como:

- Investigación de restos hemáticos, estudio que busca determinar presencia de sangre humana en la muestra.
- Examen microscópico, tiene por objetivo determinar presencia de elementos de interés biológico, como tejido epitelial, entre otros.



e) Examen tricológico**i) Definición**

Es la disciplina que se encarga del estudio de los pelos humanos y animales con fines de individualización e identificación (del griego trichos = pelo, logos = tratado o estudio) (Brathwaite, 2017)

ii) Importancia

Los pelos presentan mayor resistencia que los tejidos blandos, aunque no alcanzan la durabilidad de los huesos o dientes. Pueden conservar sus características durante largos períodos, incluso en condiciones adversas como enterramiento, inmersión en agua o ambientes secos. Esta estabilidad permite realizar análisis tricológicos y, en ocasiones, aprovechar adherencias de tejido epitelial para la obtención de ADN. Al estar expuestos en la superficie corporal, los pelos pueden transferirse entre individuos. El examen tricológico facilita relacionar los pelos hallados en la escena con la zona específica del cuerpo de donde provienen. Un ejemplo frecuente son los vellos púbicos, comúnmente encontrados en investigaciones de delitos sexuales y que constituyen una fuente valiosa de material genético para análisis de ADN.

iii) Recojo de muestras para examen tricológico

Los elementos pilosos se pueden encontrar sueltos en las escenas o adheridos e incrustados en cualquier soporte. Estos deben ser levantados o recogidos de manera individual y cuidadosa para evitar daños. Es importante no usar cinta adhesiva porque dañan su estructura.

iv) Embalaje rotulado y envío al laboratorio en cadena de custodia

Para el estudio tricológico, los elementos pilosos deben ser embalados en sobres de papel según su tamaño, evitando que se adhieran o peguen a cualquier superficie. Evitar el uso de cinta adhesiva transparente, ya que causa el deterioro de la muestra.

v) Caracterización macroscópica

El examen macroscópico de los elementos pilosos permite evaluar su morfología, la cual puede variar según la región corporal, el cuidado personal o factores externos como roce, corte, tratamientos estéticos y uso de cosméticos. Asimismo, el color del cabello puede alterarse por productos químicos o naturales, exposición al sol, contacto con agua salada, permanentes, tinturas, la edad, enfermedades o factores hereditarios, entre otros, modificando significativamente su apariencia.

La caracterización macroscópica comprende:

- (1) Cantidad, expresada en números o mechón.
- (2) Tamaño, la longitud se mide y expresa en milímetros o centímetros, se establece un rango donde se señala el menor y mayor tamaño.
- (3) Color macroscópico o reflejado, el color apreciado cuando la luz incide sobre el pelo y es reflejado, el cual puede ser negro, marrón oscuro, marrón claro, rubio, gris, blanco u otro.
- (4) Forma, se refiere al aspecto del cabello, puede ser recto, curvo, ondeado, rizado y ensortijado.
- (5) Presencia de adherencias, búsqueda de restos vegetales, hemáticos, terrosos, entre otros.



vi) Caracterización microscópica

El estudio microscópico permite analizar las estructuras internas del cabello. Este se compone de un tallo o cuerpo central y dos extremos: el distal, que corresponde a la punta libre, y el proximal, que se inserta en la dermis y constituye la raíz o bulbo. La caracterización microscópica abarca:

- (1) Color transmitido, es observable cuando la luz lo traspasa, presentando dos pigmentos: la melanina (marrón a casi negro) y la feomelanina (amarillo a rojo), determinantes en el color, que dependerá de la concentración de uno en relación con el otro.
- (2) La fase de crecimiento y el extremo proximal del cabello presentan variaciones influenciadas por la edad, el peso, el metabolismo, la producción hormonal, la región corporal, así como por la longitud, el grosor y factores étnicos, entre otros. El ciclo de crecimiento del cabello se desarrolla en tres etapas sucesivas: fase de crecimiento o anágeno, fase de transición o catágeno y fase de reposo o telógeno.
- (3) El extremo distal del cabello, correspondiente a la punta del eje distal, puede aportar información sobre la existencia de un corte reciente, lo que influye en la relevancia de la longitud del cabello como criterio de comparación. Entre los tipos de extremos distales se reconocen: recto, biselado, irregular, aguzado, romo y deshilachado.
- (4) El tallo del cabello presenta forma fusiforme: se estrecha cerca de la raíz, se ensancha progresivamente y vuelve a afinarse hacia la punta. La sección transversal del cabello está relacionada con su curvatura natural: los cabellos lisos tienden a tener una sección casi circular, mientras que los rizados presentan secciones que varían de ovaladas a aplanadas, según el grado de ondulación.
- (5) La cutícula está formada por escamas superpuestas orientadas hacia el vértice del cabello, constituidas por células altamente queratinizadas que conforman entre seis y ocho capas. Estas escamas pueden adoptar diversas formas, como imbricadas, dentadas, crenadas, ovaladas o acuminadas. En el ámbito forense, la cutícula es de gran relevancia, ya que los patrones distintivos de sus escamas proporcionan características únicas que permiten la identificación de especies (Manual de Tricología Forense, 2016).

En la cutícula se debe revisar:

- (a) Espesor: se define como la distancia comprendida entre el borde interno y el borde externo de la cutícula. El borde interno delimita la unión entre la cutícula y la corteza. Según su grosor, el espesor puede clasificarse como muy delgado, delgado, mediano o grueso.
- (b) Disposición de escamas: se refiere al patrón de distribución de las células superficiales de la cutícula, observado mediante un montaje longitudinal. Esta característica tiene relevancia taxonómica, conocida como patrón de escamas. En los seres humanos, predomina el tipo de escamas denominado imbricado.
- (c) Corteza protegida por la cutícula: la corteza está formada por células corticales alargadas, dispuestas paralelas a la longitud del cabello. Su relevancia forense radica en los gránulos pigmentarios presentes en su estructura, responsables del color del cabello. La tonalidad y distribución de estos pigmentos constituyen elementos fundamentales para la comparación e identificación en investigaciones forenses.

En la corteza se pueden observar las siguientes características:





- (i) Textura: es la apariencia que presenta la corteza en un montaje longitudinal. Aunque no es idéntica a la densidad de pigmentos, está influida por la presencia o ausencia de estos, así como por la aplicación de tratamientos químicos. Las variaciones de textura pueden clasificarse como: *ausente* (sin pigmento), *ligera* (cabellos claros poco pigmentados), *opaca* (cabellos muy oscuros) y *mediana* (intermedia entre ligera y opaca).
 - (ii) Fusis corticales: son desprendimientos de las células superficiales que rodean la médula. Estos pueden contener aire (lo que los hace opacos) o tejido (lo que les da un aspecto translúcido).
 - (iii) Cuerpos ovoides: son cúmulos de pigmentos formados por melanocitos no dispersos. Se presentan en formas redondeadas, ovaladas o de contornos irregulares.
 - (iv) Gránulos de pigmento (melanosomas): son producidos por los melanocitos y se encuentran distribuidos entre los microfilamentos de la corteza.
 - (v) Densidad del pigmento: representa la cantidad de gránulos presentes y se relaciona directamente con el color microscópico del cabello. Se clasifica en: *ausente*, *ligera*, *mediana* u *opaca*.
 - (vi) Tamaño de los gránulos: se refiere a la dimensión de los melanosomas individuales y se categoriza como *fino*, *pequeño*, *mediano* o *grande*.
 - (vii) Distribución del pigmento: describe la organización de los gránulos dentro de la corteza, pudiendo ser *lateralizada*, *uniforme*, *concéntrica*, *periférica* o *aleatoria*.
 - (viii) Agregación y forma del pigmento, los pigmentos pueden disponerse en forma de cúmulos amontonados, ovalados, en franjas o en rayas.
- (6) Médula: es el canal central que recorre el cabello, cuya presencia y características ofrecen información forense relevante. El índice medular, que relaciona el diámetro de la médula con el diámetro total del cabello, permite distinguir pelos humanos de los de otras especies, siendo inferior a 0,33 en humanos.

La opacidad de la médula depende del contenido de aire en sus cavidades: a mayor aire, más opaca se observa bajo luz transmitida; si contiene tejido, se ve translúcida.

La modulación de la médula, examinada desde el extremo proximal hacia el distal, puede clasificarse como *ausente*, *continua*, *discontinua* o *fragmentada* (Tricología Forense Flashcards, 2025).

vii) Diferencia entre pelo humano y pelo animal

Se centra en el análisis microscópico de las características diferenciadoras del canal medular, la sustancia cortical y la cutícula, tanto del cabello humano como del animal. Un parámetro clave es el índice medular (IM), que se calcula como la relación entre el diámetro de la médula (DM) y el diámetro total del pelo (DP).

En humanos, el IM suele ser menor a 0,3, y la médula puede estar *ausente*, o aparecer de manera *discontinua* o *continua*. En contraste, en los pelos animales el IM generalmente supera 0,5, y la médula se observa siempre *continua* o *ininterrumpida*, lo que permite su diferenciación precisa.



viii) Tratamiento químico

El cabello teñido muestra un color uniforme, a diferencia del cabello natural, y generalmente no se observa coloración en la zona cercana a la raíz. Suele carecer de brillo y presentar un aspecto quebradizo. La distinción entre un cabello naturalmente sin pigmento y uno despigmentado resulta compleja, ya que los productos decolorantes actúan sobre el pigmento natural, destruyéndolo o alterando su color (Gonzales, 2011).

ix) Procedencia de los pelos

La procedencia de un cabello puede inferirse a partir de características como su longitud, diámetro, forma de la punta, recubrimiento superficial y sección transversal. Por ejemplo, los pelos de cejas, párpados, nariz y orejas son más gruesos que el cabello, pero notablemente más cortos y terminan en punta. En contraste, los pelos de axilas y región púbica suelen ser más largos, desiguales, rizados, con presencia de médula y muestran cierta excentricidad en la sección transversal.

El examen tricológico se organiza en un cuadro de referencia; sin embargo, la información extraída dependerá de la muestra analizada, ya que no todas contienen todos los elementos descritos.

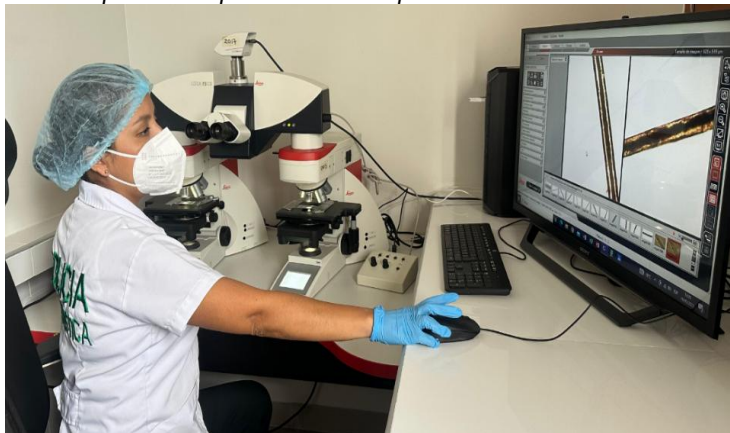
Tabla 9

Características macroscópicas y microscópicas del filamento piloso

I. Características macroscópicas		
1.	Cantidad	
2.	Tamaño (rango)	
3.	Color reflejado	Negro, marrón oscuro, marrón claro, rubio, gris, blanco u otro.
4.	Forma	Recto, curvo, ondeado, rizado, ensortijado.
5.	Presencia de sangre	
6.	Adherencias terrosas u otros	
II. Características microscópicas		
1.	Color transmitido	Negro, marrón oscuro, marrón claro, rubio, gris, blanco u otro.
2.	Fase de crecimiento	Anágena, catágena, telógena, no determinada.
3.	Extremo distal	Recto, biselado, irregular, aguzado, romo, deshilachado.
Tallo:		
4.	4.1 Forma	cilíndrico, acintado, elipsoidal
	4.2 Adherencias	sangre, tejido epitelial, parásitos, otros.
Cutícula:		
5.	5.1 Borde	regular, irregular.
	5.2 Disposición de escamas	imbricadas, coronal, petaloide, ondeado.
	5.3 Espesor	delgado, mediano, grande.
Corteza:		
6.	6.1 Textura	ausente, ligera, mediana, opaca.
	6.2 Elementos formes	fusis corticales, cuerpos ovoides, pigmentos.
	6.3 Caracterización de los elementos formes	presencia o ausencia, tamaño, forma, distribución.
Médula:		
7.	7.1 Forma	amorfa, seriada, vacuolada, multiseriada.
	7.2 Tipo	continua, discontinua, segmentada.
	7.3 Índice medular	diámetro medular/diámetro total.

Nota. Tabla que contiene las características macroscópicas y microscópicas que enmarca el examen tricológico, que realizan los peritos biólogos de la DIRCRI PNP.



Figura 170*Microscopio de comparación de alta precisión*

Nota. Perito bióloga, utilizando el microscopio de comparación para examen tricológico, realiza comparaciones de alta precisión entre dos objetos o muestras, en el Laboratorio de Análisis Biológicos Generales de la DIRCRI PNP.

6) Entomología forense

a) Definición

La entomología forense, también denominada médico-legal, estudia los insectos relacionados con casos legales. Su relevancia radica en la estimación del intervalo post mortem (IPM), es decir, el tiempo transcurrido entre la muerte y el hallazgo del cadáver. Cuando el cuerpo se descubre poco después del fallecimiento, se pueden utilizar parámetros médico-legales tradicionales para determinar este intervalo (Soplapuco y Blanco, 2018). Wolff (2004) indica que, tras las primeras 72 horas, la entomología forense se convierte en el método más confiable, e incluso a veces en el único, para calcular el IPM.

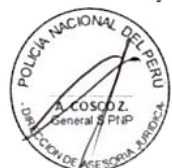
b) Palabras clave

Con la finalidad de familiarizarse con los términos propios de la labor entomológica forense, se presentan a continuación algunos conceptos fundamentales:

- Entomofauna, conjunto de todos los grupos de insectos presentes en un sitio determinado.
- Estadio, período entre mudas durante el desarrollo de los artrópodos.
- Imago, insecto adulto.
- Larva, estado inmaduro, intermedio entre el huevo y la pupa.
- Occiso, persona fallecida de manera violenta.
- Pupa, estado de desarrollo en el cual el insecto no se alimenta y permanece usualmente inactivo. Es propio de insectos con metamorfosis completa y representa la fase intermedia entre la larva y el adulto.

c) Búsqueda y recolección de muestras entomológicas

Antes de describir el procedimiento para la recolección de muestras entomológicas, es importante señalar que la búsqueda no debe limitarse únicamente a los insectos voladores. Aunque estos, cuando se encuentran, deben ser capturados, lo más común es hallar larvas. Por ello, el perito biólogo forense debe poseer conocimientos sólidos sobre este estadio del ciclo biológico.



i) Procedimiento de recolección (modificado de Soplapuco y Blanco, 2018):

- En todo momento se deben tomar fotografías del proceso. Se recomienda asignar esta tarea a una persona de manera exclusiva.
- Las muestras de entomofauna deben acompañarse de un rótulo con la siguiente información: fecha, hora, lugar, región del cuerpo de donde fueron tomadas y características del entorno.
- Para la captura de insectos voladores se utiliza una red entomológica, la cual debe pasarse de un lado al otro por encima del cadáver, evitando el contacto directo con este.
- Se deben recolectar muestras de larvas de cada región corporal donde se identifique masa larval, así como también de la zona del cuerpo en contacto con el suelo.

Figura 171

Fase larval en un cadáver



Nota. Masa larval sobre cadáver en estado de putrefacción. Tomado del artículo Aplicación de la Entomología Forense: recolección de insectos en la escena del crimen por C. Soplapuco (2022).

Figura 172

Pupa hallada en la escena del crimen



Nota. Pupa encontrada a 1m del cadáver y a 8 cm de profundidad. Tomado Artículo Aplicación de la Entomología Forense: recolección de insectos en la escena del crimen por C. Soplapuco (2022).

ii) Proceso del análisis entomológico en el laboratorio:

En la fauna insectil recolectada es común encontrar representantes de diversas familias. En el ámbito criminalístico, donde la labor pericial requiere minuciosidad, rapidez y precisión, se debe prestar especial atención a los órdenes Díptera (moscas) y Coleóptera (escarabajos). Dentro de los Díptera, las familias más frecuentes son Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae, mientras que en



los Coleóptera predominan Dermestidae y Cleridae. Dado que los miembros de una misma familia presentan comportamientos similares, el análisis inicial debe enfocarse en determinar la familia de la muestra entomológica recolectada, evitando así posibles contratiempos en la investigación.

iii) Identificación de familias entomológicas

(1) Díptera

Los dípteros, son un orden de insectos que tienen dos alas; el segundo par se halla atrofiado formando diminutos palillos llamados “balancines” porque sirven para mantener el equilibrio durante el vuelo. Son insectos picadores y chupadores, para lo cual el aparato bucal esta adecuado a esta doble función. Tenemos a las moscas y mosquitos, entre otros

- (a) *Calliphoridae*: son principalmente descomponedores, sarcosaprofagas, y/o coprófagas. Su importancia radica en que actúan como agentes de dispersión mecánica de patógenos de fuentes de infección hacia productos de consumo humano o animal.
- (b) *Muscidae*: es una familia de Dípteros vulgarmente conocidos como Moscas, las más comunes se les conoce como moscas de casa o de establo, siendo la *Musca doméstica* la más conocida, por su adaptabilidad de ciertas especies en condiciones ambientales creadas o modificadas por el hombre.
- (c) *Sarcophagidae*: es atraído por el olor cadavérico de un tejido humano en descomposición. Se compone de moscas Sarcophaga (mosca de color gris cuyo abdomen está cubierto de manchas tornasoladas). Su ciclo evolutivo es muy corto.

(2) Coleóptera

Reciben el nombre general de escarabajos, palabra que significa del griego koleos, que significa “caja o estuche”. Se caracterizan por presentar una gran diversidad morfológica, característica que les ha permitido colonizar todos los ambientes y hábitats, desde los dulces acuícolas hasta los marinos. Esto les ha otorgado ser el grupo con mayor éxito evolutivo

- (a) Dermestidae: coloniza el cadáver en el momento del desprendimiento de los ácidos grasos volátiles (ácido butírico de olor fuerte) proveniente del renacimiento de las grasas. Comprende los coleópteros del género Dermestes y una pequeña mariposa Aglossa que se nutren de grasa y devoran la grasa del cadáver. En regiones muy cálidas, desérticas, los Dermestes son capaces de reducir un cadáver al estado esquelético entre 40 y 100 días (PNP, 2006).
- (b) Cleridae: son una familia de coleópteros de cuerpo blando y peludo, y a menudo de brillantes colores. Son depredadores, algunas especies son plagas de productos almacenados y otros tiene uso en medicina forense

iv) Crianza de larvas hasta su estado de adultez (desarrollo postembrionario en el laboratorio)

Tal como lo realizó Bermúdez, S. (2010), la crianza de larvas hasta su estado de adultez con fines de identificación del insecto es posible, aunque se debe considerar que el tiempo necesario para obtener los imagos podría afectar la investigación criminal. Además, se debe tener en cuenta que los estados larvales (I, II y III) podrían inducir a errores al momento de asociar el tamaño de las larvas con el tiempo de desarrollo, ya que los imagos pueden poner sus huevos en diferentes momentos durante el mismo día. Esto podría generar imprecisiones en la determinación del Intervalo Post Mortem (IPM).





d) Comparación de muestras entomológicas

La entomología forense, al igual que otras disciplinas forenses, se basa en métodos comparativos. Esto implica que las muestras entomológicas recolectadas en la escena del hecho deben ser contrastadas con muestras patrón disponibles en el laboratorio, obtenidas de investigaciones previas o estudios científicos. Estas muestras patrón incluyen información sobre la sucesión entomológica regional, lo que permite estimar el intervalo post mortem (IPM) con mayor precisión. No solo se comparan las muestras entomológicas, sino también los factores climáticos del lugar del hallazgo. Por ejemplo, si se identifican larvas de la familia Calliphoridae, se cotejan con otras larvas de la misma familia presentes en el almacén, considerando su tamaño y estado de desarrollo. Conociendo el ciclo vital de estas especies, es posible determinar el momento en que las larvas alcanzan ese estadio de metamorfosis y, en consecuencia, estimar el IPM. En ausencia de muestras patrón locales, se pueden utilizar estudios realizados en regiones cercanas para realizar una aproximación confiable (Soplapuco y Blanco, 2018).

e) Factores que pueden influir en los resultados del examen entomológico

Los factores climáticos influyen en la descomposición cadavérica, aunque su efecto no siempre es determinante. Según Vargas (1999), ciertos elementos pueden acelerar la putrefacción, como la obesidad, enfermedades sépticas, agonía prolongada, traumatismos extensos, administración de fármacos con efecto antibacteriano y heridas premortem, que facilitan la colonización microbiana (Santos, 2012). Por otro lado, la descomposición puede retardarse en casos de enflaquecimiento, hemorragias graves, deshidratación o intoxicaciones por monóxido de carbono, arsénico o cianuro. En síntesis, la forma y las circunstancias de la muerte determinan la velocidad de la acción bacteriana y la aparición temprana o tardía de la entomofauna cadavérica (Téllez, 1999).

7) Biología y genética molecular – ADN

a) Definición

La genética, entendida como una disciplina dentro del ámbito de la biología, ha experimentado avances sumamente significativos en los últimos años, especialmente como resultado de la incorporación e implantación de metodologías de biología molecular. En este contexto, la genética forense constituye un ejemplo destacado y ampliamente exitoso de dicha evolución, tiene como objeto de estudio el análisis de muestras biológicas, ya sean de referencia, indicios y/o evidencias, con el propósito de obtener perfiles genéticos. Es a través del estudio y, en particular, del análisis comparativo de los perfiles genéticos obtenidos que la genética forense podrá ofrecer soporte a los tribunales en la adecuada y erudita administración de justicia. La definición de perfiles genéticos, en el campo de la genética forense, facilitará la realización de peritajes que incluyen desde investigaciones de parentesco biológico hasta análisis en criminalística, especialmente en casos de delitos contra la libertad sexual, delitos contra la vida, el cuerpo y la salud, entre otros, así como también exámenes destinados a identificar a individuos no reconocidos.

b) Historia

En 1953, los biólogos James D. Watson y Francis Crick (Premios Nobel de Fisiología y Medicina en 1962) publicaron su modelo de la estructura molecular del ADN (Crick, 1953), caracterizada por su distintiva forma de doble hélice. Además, Francis Crick formularía en 1958 lo que se conoce como el “dogma central” de la biología molecular, que postula que la información genética fluye desde el ADN hacia las proteínas a través del ácido ribonucleico (ARN), mediante el proceso de transcripción del ADN en ARN y, posteriormente, la traducción del ARN en proteínas. Asimismo, cabe destacar la contribución



de Rosalind Franklin (1920-1958), quien, gracias a sus investigaciones con rayos X, logró demostrar que la estructura del ADN poseía una regularidad definida (Reilly et al., 2004).

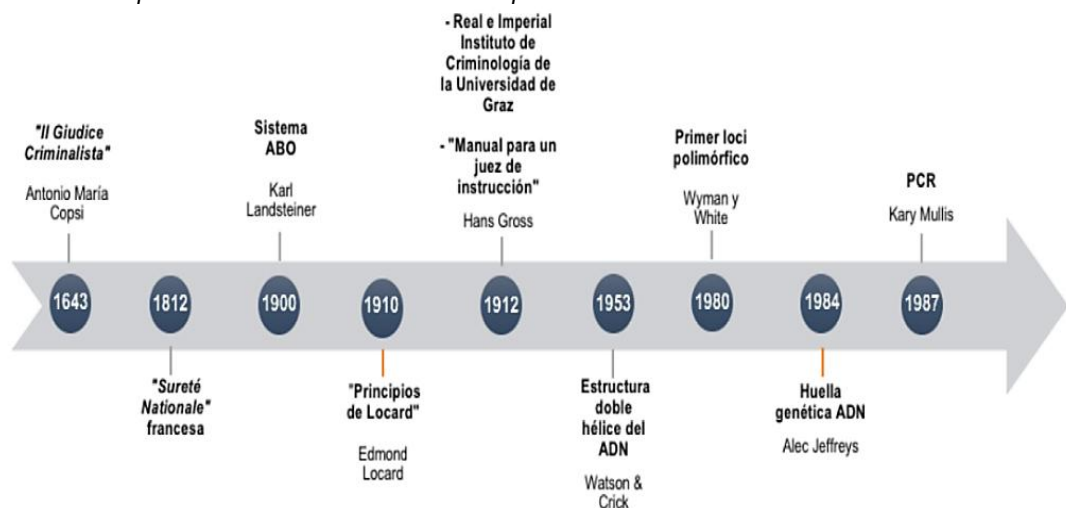
El primer segmento de ADN polimórfico fue descubierto por Wyman y White en 1980 utilizando una sonda de ADN aleatoria. Con este método, se identificaron fragmentos de más de quince longitudes distintas en un grupo reducido de personas. Luego, se encontraron más loci hipervariables. Estos loci hipervariables estaban formados por repeticiones en tándem de secuencias de oligonucleótidos que variaban desde 11 hasta 60 pares de bases. Por lo tanto, las longitudes diferentes de los fragmentos obtenidos dependían de la cantidad de estas repeticiones, y se les llamó VNTR, que son las iniciales en inglés de "Variable Number of Tandem Repeats" (Ferreiro, 2018).

En 1984, el científico Alec Jeffreys realizó un descubrimiento fundamental en Inglaterra, al evidenciar que todos los seres humanos pueden ser identificados mediante un patrón específico de su ADN, al cual denominó "huella genética" (DNA fingerprint). Esta técnica permite establecer con certeza los lazos biológicos entre las personas. El método utilizado se conoce como RFLP (Polimorfismo de Longitud de Fragmentos de Restricción) y se fundamenta en la aplicación de enzimas de restricción que segmentan regiones flanqueantes de polimorfismos VNTR (Número Variable de Repeticiones en Tándem) (Carracedo, 1995). En 1986, fue la primera vez que se utilizó la huella genética del ADN como evidencia para resolver un delito de violación en el Reino Unido.

En 1987, Kary Mullis consiguió amplificar secuencias específicas de ADN utilizando el método de la PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa), lo que le valió el Premio Nobel de Química en 1993; después se iniciaron los análisis de los VNTR (Variable Number of Tandem Repeats) los que fueron sustituidos por los STRs (Short Tandem Repeats, repeticiones cortas en tándem), los que en la actualidad son ampliamente utilizados en ámbito forense. Hoy en día, se aplica la técnica de PCR junto con kits comerciales de amplificación de múltiples STR en las denominadas reacciones multiplex (Lalana, et. al., 2024).

Figura 173

Línea de tiempo con los acontecimientos más importantes en las ciencias forenses



Nota. Breve reseña histórica de los acontecimientos relacionados a la utilidad de la molécula de ADN y su interacción en el tiempo. Tomado de Aplicaciones de la biología molecular en la práctica forense, por M. Ferreiro, (2018).

Gregor Mendel es reconocido como el padre de la genética, gracias a sus ensayos con guisantes, donde estableció las tres leyes de la herencia. La primera: la Ley de Mendel hace referencia a la uniformidad,

que sostiene que, si dos individuos de razas puras se cruzan, toda su descendencia en la primera generación será fenotípicamente idéntica.

En cambio, la segunda: La Ley de Mendel señala que, en la segunda generación, el gen recesivo se manifestará en una proporción de 3:1. Finalmente, la tercera: la Ley de Mendel dicta que existen rasgos heredados que se adquieren de forma autónoma, sin adherirse a un patrón preestablecido, y que no influyen en la transmisión de otros rasgos (Ferreiro, 2018).

c) Importancia

La prueba de Genética Molecular – ADN, se basa en el análisis de la molécula del ácido desoxirribonucleico (ADN) y permite obtener un perfil genético o la llamada "huella genética" de un individuo a partir de una muestra biológica como sangre, semen, pelo, saliva o cualquier otro resto biológico del cuerpo. Esta huella genética es única e irrepetible, al igual que las huellas dactilares.

Por consiguiente, se trata de un documento de identificación biológica "capaz de individualizar con una exactitud prácticamente absoluta" (Jeffreys, Wilson, et al., 1985). Por ello, se puede exonerar o no a sospechosos; asimismo, se pueden determinar los nexos de consanguinidad en casos de desaparecidos.

d) Principios básicos de genética

La genética es la rama de la ciencia que se ocupa del estudio de la herencia biológica, es decir, de la transmisión de los caracteres morfológicos y fisiológicos que se transmiten de un organismo a su descendencia. El ADN es el constituyente bioquímico de los cromosomas presente en el núcleo de toda célula. Los cromosomas son componentes filamentosos que se forman al condensarse los gránulos de cromatina nuclear al inicio de la división celular o cariocinesis; contienen el material genético de la célula.

El ADN es la única molécula biológica cuya hebra original sirve de modelo para la síntesis del ADN (Watson y Crick, 1953). El ADN nuclear y el ADN mitocondrial constituyen dos tipos de ácido desoxirribonucleico presentes en las células humanas, en los cuales se encuentra la información genética. Estos tipos de ADN se distinguen por su ubicación, estructura, patrones de herencia y tasas de mutación (Alonso, 2004)

Tabla 10
Diferencias entre ADN nuclear y ADN mitocondrial

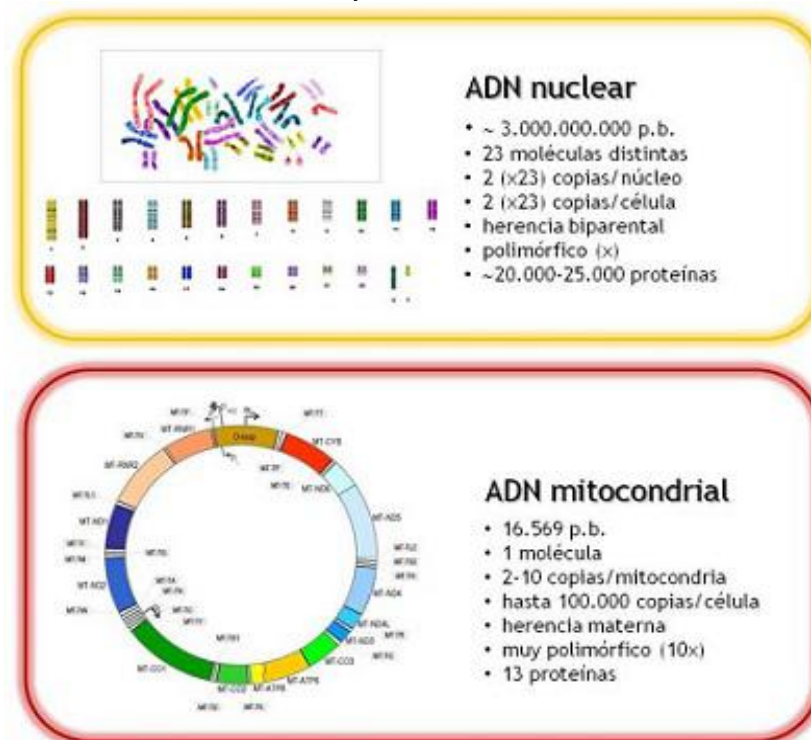
Descripción	ADN nuclear	ADN mitocondrial
Ubicación	Núcleo de las células	Mitocondrias de las células
Herencia	Se hereda de ambos progenitores	Se hereda exclusivamente de la madre
Estructura	Cromosomas lineales con extremos abiertos	Cromosomas circulares
Tasa de mutación	Inferior al 0,3 %	Suele ser mayor

Nota. Diferencias entre los tipos de ácido desoxirribonucleico presentes en las células humanas. Tomada de Estudio multidisciplinar de la variabilidad del ADN Mitocondrial en poblaciones humanas, por Álvarez (2008).



Figura 174

Características del ADN nuclear y ADN mitocondrial

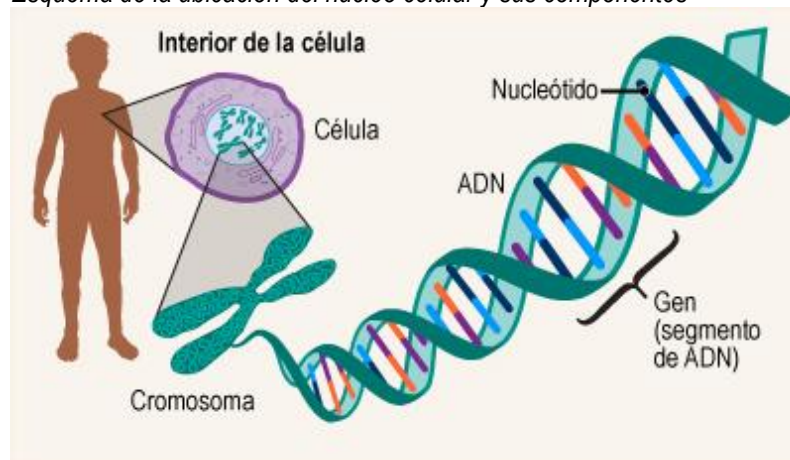


Nota. Las características que se pueden observar respecto al ADN Nuclear y ADN Mitocondrial. Tomado de Genética Molecular Humana, por A. Valiente (2018).

El material genético, constituido por ADN, se localiza en el núcleo de las células y se hereda de una generación a la siguiente. En dicho núcleo se organizan los cromosomas, los cuales albergan el material genético compuesto por pequeñas subunidades denominadas genes, que contienen información específica relacionada con un atributo particular. Ejem. ojos negros, pelo liso, altura, etc. (Miozzo et al., 2019).

Figura 175

Esquema de la ubicación del núcleo celular y sus componentes



Nota. Una célula con núcleo y dentro de ella la organización de los cromosomas, formados por dos cadenas de polinucleótidos, secuencias de adenina, timina, citosina y guanina. Tomado de la revista Genes y genética por Anzilotti (2021).

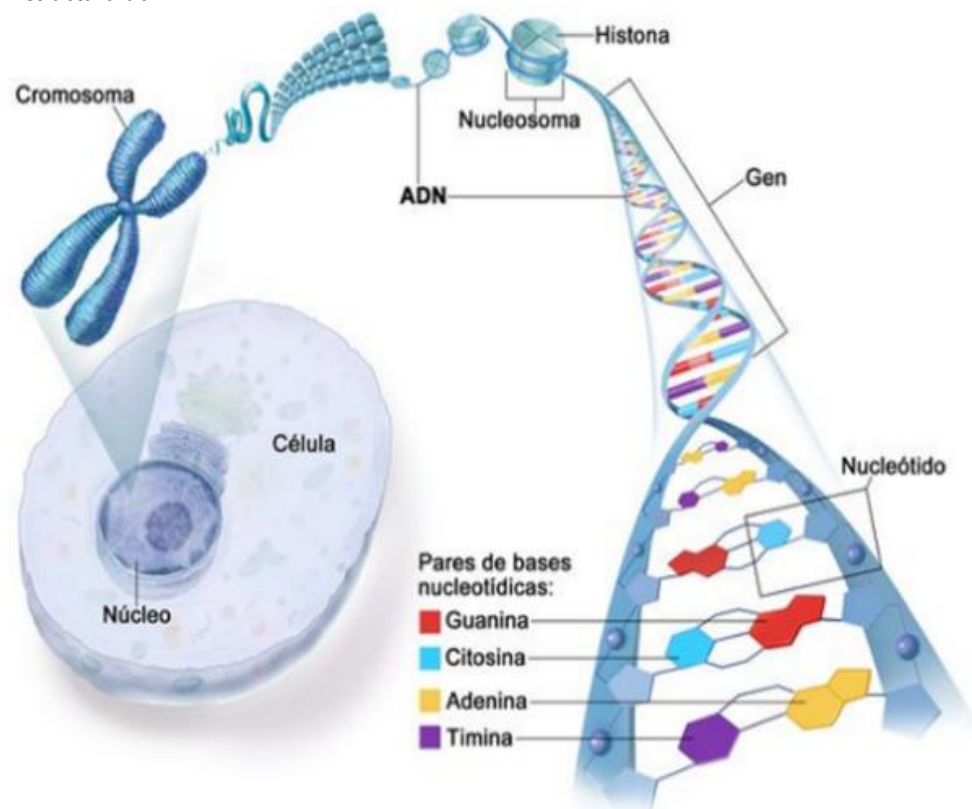
Los seres humanos tenemos 46 cromosomas, es decir 23 pares de cromosomas (que constituye el genoma); 22 de ellos se denominan cromosomas autosómicos, mientras que el par 23 se llama cromosoma sexual.

- Los cromosomas somáticos o autosomas comprenden todos los cromosomas de un organismo, exceptuando los sexuales, y contienen la mayor parte de la información genética. Los rasgos asociados a estos cromosomas se transmiten mediante herencia autosómica.
- Los cromosomas sexuales, también llamados heterocromosomas, son el par cromosómico que determina el sexo del individuo. En los humanos, el cromosoma X es más grande que el Y. Así, un individuo con dos cromosomas X (XX) será mujer, mientras que uno con un cromosoma X y un Y (XY) será varón.

e) Estructura del ADN

La molécula de ADN en las células eucariotas se compone fundamentalmente de dos cadenas de nucleótidos que se encuentran enrolladas entre sí, conformando una estructura conocida como doble hélice (Figura 176). Cada unidad estructural del armazón es un nucleótido, el cual se constituye por la unión de una base nitrogenada, un azúcar denominado desoxirribosa y un grupo fosfato. Los peldaños de esta estructura esquelética están formados por las interacciones de las bases nitrogenadas de cada nucleótido, que son: adenina (A), guanina (G), citosina (C) y timina (T). Cabe destacar que la guanina se empareja siempre con la citosina (C-G) y la timina se une a la adenina (T-A) (Trejo et al., 2018).

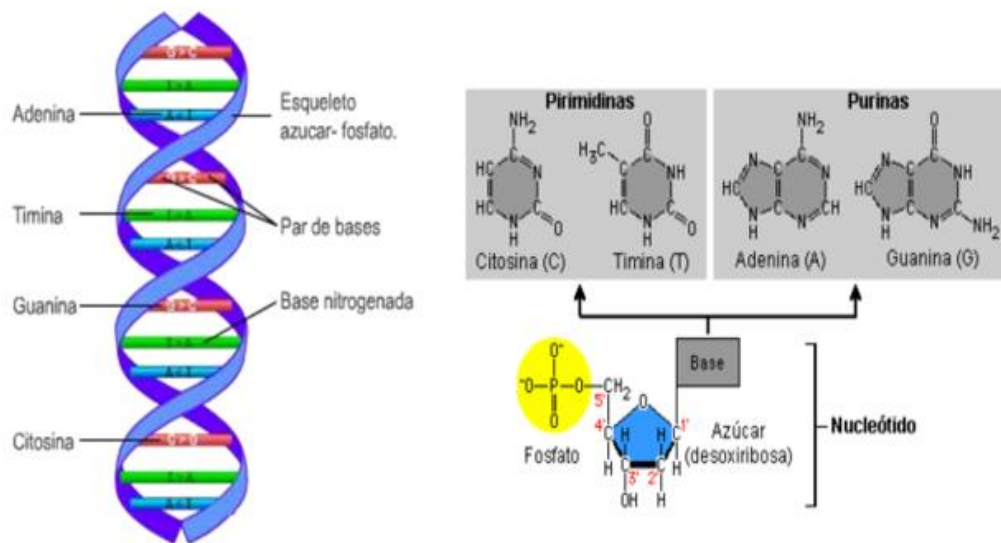
Figura 176
Estructura del ADN



Nota. En el núcleo celular se organizan los cromosomas. Estos cromosomas contienen proteínas, las histonas, que se asocian con el ADN formando los nucleosomas. Tomado de la revista NIH Instituto Nacional del Cáncer por Winslow (2015).



Figura 177
Estructura del nucleótido



Nota. El ADN está formado por la unión de nucleótidos, cada nucleótido tiene tres componentes básicos: una base nitrogenada (C-T-A-G), un azúcar (Desoxirribosa) y un grupo fosfato. Tomado de Genética conceptos y generalidades básicas por Acosta (2021).

El ADN repetido en tándem se encuentra en los cromosomas, mientras que los microsatélites y minisatélites se encuentran en el genoma.

Tabla 11
Características del ADN repetido en tándem, microsatélites y minisatélites

ADN repetido en tándem	Microsatélites	Minisatélites
Es una secuencia de dos o más bases de ADN que se repite en orden de principio a fin en un cromosoma.	Son pequeños trozos de ADN en el genoma que constan de dos o tres combinaciones de letras.	Son secuencias simples (muy cortas) repetidas de una en una y muchas veces para formar grandes bloques de secuencias.
Suelen estar presentes en el ADN no codificante	Son muy variables entre diferentes personas.	Se encuentran en la heterocromatina, fundamentalmente están cerca de los centrómeros.
Un tipo de polimorfismo ocurre cuando estas repeticiones se expanden y contraen en regiones no codificantes	Se usan a menudo como marcadores para el análisis de ligamiento.	

Nota. Diferencias entre el ADN repetido en tándem, microsatélites y minisatélites. Tomado de la revista NIH National Library of Medicine, por Demystified (2000).

f) El ADN en genética forense

El ADN nuclear y el ADN mitocondrial desempeñan un rol fundamental en el ámbito de la genética forense. El ADN nuclear, por ejemplo, se utiliza para la identificación de individuos y para establecer relaciones de parentesco. Por su parte, el ADN mitocondrial es especialmente valioso en situaciones donde el material biológico se encuentra deteriorado o en cantidad limitada.

Los polimorfismos de ADN más comúnmente empleados en el ámbito de la ciencia forense se localizan en secuencias de ADN que presentan repeticiones continuas. Tradicionalmente, se han utilizado los denominados minisatélites y microsatélites, los cuales están constituidos por repeticiones de fragmentos



de ADN de longitud variable. Las repeticiones que aparecen en los microsatélites son de dimensiones reducidas (rango de 2 a 6 pares de bases), lo que lleva a su clasificación como STRs ("Repeticiones Cortas en Tándem") (Roewer et al., 2001). Se identifican áreas altamente polimórficas dentro del ADN no codificante, lo que ha propiciado un desarrollo continuo de nuevas tecnologías y marcadores genéticos (Carracedo et al., 2008).

En la actualidad, los microsatélites (STRs, repeticiones cortas en tándem) se consideran los marcadores fundamentales en la genética forense. Han sido muy normalizados, por lo que se utilizan solo algunos en forma de kits comerciales altamente efectivos, simplificando la comparación de los resultados. Para las muestras que están algo degradadas, se han desarrollado los mini STR, que, debido a la disminución del tamaño del producto amplificado, son más útiles en la práctica forense con este tipo de material (Butler et al., 2003).

Se han homologado y verificado numerosos microsatélites del cromosoma Y y se cuenta con kits comerciales eficientes y mejorados para su identificación. Adicionalmente, la secuenciación del D-loop mitocondrial se ha transformado en un método comúnmente utilizado para el análisis de cabellos o para la identificación de muestras deterioradas. Al igual que en el caso del cromosoma Y, existen bases de datos poblacionales de alta calidad que facilitan la realización de cálculos estadísticos en relación con estos marcadores (Carracedo, et al., 2010).

Algunos tipos de perfiles genéticos presentan características distintivas, lo que implica que pueden ser únicos para cada individuo, lo que facilita su identificación. Por otro lado, existen perfiles genéticos que pueden estar asociados a colectividades más amplias. Un ejemplo de esta dualidad son los perfiles genéticos que se relacionan con la línea paterna, específicamente el perfil STR del cromosoma Y, y aquellos que se vinculan con la línea materna, como es el caso del perfil de ADN mitocondrial o haplotipo. En consecuencia, estos últimos no permiten la identificación de una persona singular, sino que "identifican" a un grupo de individuos (Pellegrino et al., 2021).

Es importante señalar que, al referirnos al perfil genético, podemos estar considerando diversos tipos de perfiles, tales como el perfil de ADN mitocondrial o haplotipo, el perfil de STR autosómico, así como los perfiles de STR de los cromosomas X o Y, entre otros. Como regla general, cuando mencionamos el perfil de ADN de un individuo sin especificar ninguna otra referencia, nos estamos refiriendo a su perfil autosómico de STR (Pellegrino et al., 2021).

En la actualidad, conforme a las recomendaciones internacionales y, en particular, a las directrices del Grupo Europeo de Perfilado de ADN (EDNAP), los marcadores genéticos que, en el contexto de la genética forense, permiten la obtención de perfiles genéticos individualizadores son las secuencias de ADN que comprenden de 4 a 7 nucleótidos, provenientes de regiones microsatélites o STR. Las variantes o alelos de estas secuencias se caracterizan por el número de repeticiones que presentan (Chakraborty et al., 1999; Gil, 2002).

g) Extracción de ADN

Los biólogos forenses extraen el ADN de las muestras en laboratorios especializados. Cada país decide el método a utilizar. A lo largo del tiempo, se han desarrollado diversos protocolos cuyo propósito es alcanzar una cantidad y calidad óptimas de ADN, a la vez que se asegura la eliminación de posibles inhibidores que podrían complicar el tratamiento posterior de la molécula.

Los métodos convencionales, formulados en la década de 1950, utilizan disolventes orgánicos para la separación de proteínas del ADN. Posteriormente, tras ser suspendido en una fase acuosa, se procede



a su aislamiento mediante un proceso de precipitación con etanol. Tales enfoques requieren la preparación de soluciones, y el procedimiento de extracción puede extenderse desde varias horas hasta días, dada la complejidad de los múltiples pasos involucrados.

En términos generales, los protocolos tradicionales se estructuran en cinco etapas fundamentales: homogeneización del tejido, lisis celular, separación de proteínas y lípidos, precipitación y redisolución del ADN.

Figura 178

Métodos de extracción de ADN no automatizados



Nota. Peritos biólogos forenses, en el proceso de extracción de la molécula del ADN mediante métodos no automatizados, tales como el orgánico, Chelex 100, kit de purificación de ADN genómico y FTA Technology, en la DIRCRI PNP.

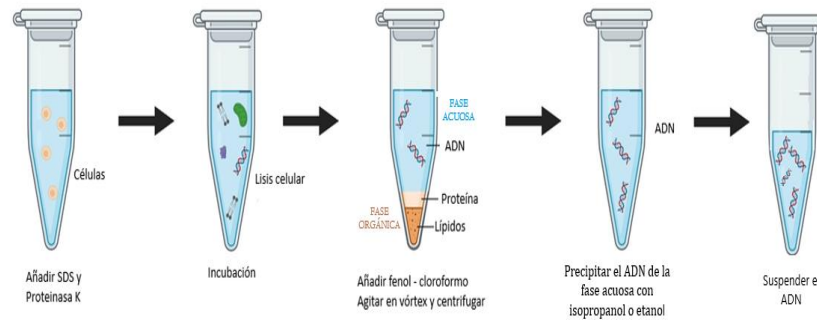
i) Método de extracción de ADN con solventes orgánicos

Este protocolo describe un método para la purificación de ADN mediante la incorporación de fenol y cloroformo, lo que resulta en la formación de dos fases distintas: una fase acuosa en la parte superior que contiene los ácidos nucleicos, y una fase orgánica que alberga las proteínas disueltas en el fenol, así como los lípidos disueltos en el cloroformo. Para llevar a cabo la purificación del ADN, es esencial que el fenol tenga un pH cercano a 7-8. A continuación, se procede a precipitar el ADN de la fase acuosa utilizando isopropanol o etanol absoluto y se lava con etanol al 70% para eliminar sales y pequeñas moléculas orgánicas que puedan permanecer en la muestra. Finalmente, se suspende el ADN en un tampón adecuado (Orfao et al., 2011).

A pesar de la peligrosidad del fenol, esta técnica de extracción orgánica utilizando fenol y cloroformo fue empleada hasta mediados de la década de 1990. Este químico se incorpora después de haber logrado la lisis mediante la inclusión de SDS (dodecil sulfato sódico) y proteinasa K. Luego, el fenol provoca la desnaturalización de las proteínas, logrando su separación del ADN. Aunque se obtiene un producto altamente puro, requería numerosos tubos de centrifugación.



Figura 179
Extracción de ADN con Solventes Orgánicos



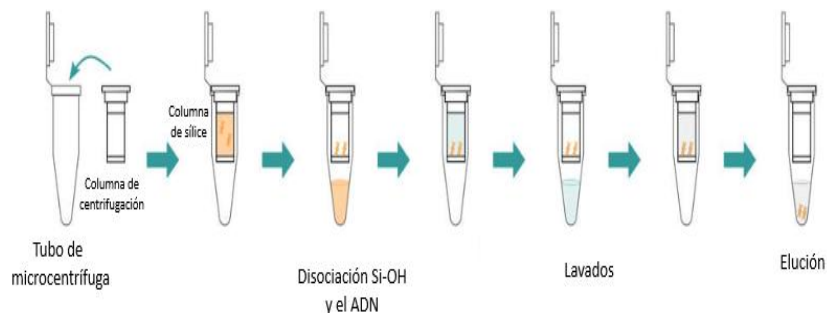
Nota. El método de extracción que utiliza fenol y cloroformo es una técnica de separación de fases líquidas utilizada en biología molecular para separar los ácidos nucleicos de lípidos y proteínas. Tomado de la Revista Journal cytology extracción de ADN y reacción de la polimerasa, por Gupta (2019).

ii) Método de adsorción en columnas de sílice

La base de este procedimiento de extracción radica en la capacidad de los ácidos nucleicos de unirse a una columna de sílice cuando están presentes en medios con altas concentraciones de sales caotrópicas (sustancias que interfieren con la conformación de los enlaces de hidrógeno entre las moléculas de H_2O , lo que altera la solidez de otras sustancias, como las proteínas y los ácidos nucleicos). Los componentes no deseados presentes en la muestra se eliminan mediante lavados adicionales de la columna, y finalmente, se recupera el ADN empleando agua o un dispositivo de resuspensión de baja intensidad iónica, preservando un pH neutro o levemente alcalino (Orfao et al., 2011).

La centrifuga de columna rotativa consiste en una membrana de sílice, compuesta por un conjunto de fibras de vidrio. Su superficie exhibe una considerable presencia de grupos hidroxilo modificados de sílice ($Si-OH$). Tras la disociación en un medio acuoso, el grupo hidroxilo de sílice adquiere una carga negativa y establece un enlace eléctrico con iones de sal cargados positivamente y ADN que tiene carga negativa, lo que permite la adsorción del ADN, transformándolo de su forma bicatenaria a monocatenaria y evitando su elución por solventes biomoleculares. No obstante, es posible hidratarlo utilizando un tampón a base de agua y luego recuperarlo de manera cuantitativa, logrando así la purificación y la separación (Matson et al., 2008).

Figura 180
Extracción de ADN con Adsorción en Columnas de Sílice.



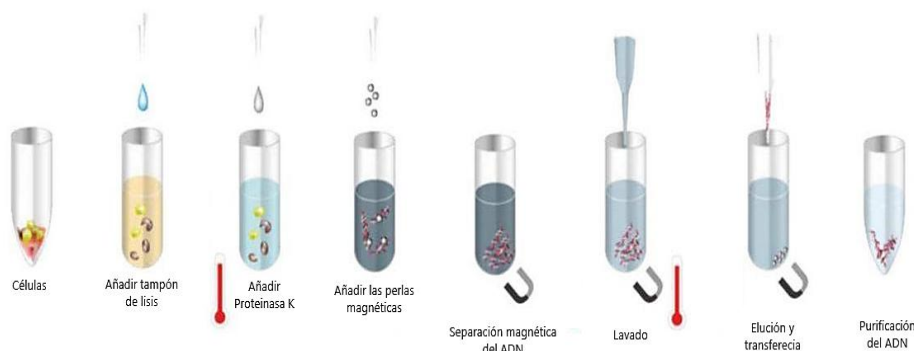
Nota. El procedimiento de absorción en columnas de sílice es un método que se utiliza para distinguir y purificar compuestos a través de la adhesión de estos a la superficie de sílice. Tomada de la Revista UCC Evaluation of phenol – chloroform and silica columns methods for DNA extraction from bone tissue, por Alvis (2016)

iii) Método de purificación por unión a microesferas magnéticas

Este procedimiento emplea esferas magnéticas cuya superficie se encuentra revestida con polímeros naturales o artificiales que muestran una gran atracción hacia los ácidos nucleicos. Las esferas magnéticas se incorporan al lisado de la muestra, facilitando así su conexión con las moléculas de ADN. Cuando se coloca un imán en la pared del tubo, este facilita la agrupación de las esferas con el ADN unido en dicha pared, mientras que los contaminantes de la muestra en solución son removidos mediante pipeteo o decantación. Tras varios ciclos de resuspensión y lavado, en los que el imán retiene las esferas, el ADN es eludido en un recipiente apropiado (Orfao et al., 2011).

Figura 181

Extracción de ADN por unión a microesferas magnéticas



Nota. El proceso de purificación mediante la unión a esferas magnéticas es una técnica que separa ácidos nucleicos, proteínas, ARN y diferentes biomoléculas de otros elementos; se fundamenta en la unión de biomoléculas a esferas magnéticas, las cuales son atraídas por un imán. Tomada de Principi e applicazioni della tecnologia del DNA ricombinante, por D. Jeremy (2013).

Figura 182

Extracción de las moléculas de ADN mediante perlas magnéticas con equipos de extracción automatizada de ADN



Nota. Peritos biólogos forenses, en el proceso de extracción de la molécula del ADN con el equipo de extracción automatizada de ADN validado para identificación humana, la misma que permite la extracción y purificación de las moléculas de ADN a partir de muestras sanguíneas, seminales, células epiteliales, tejido muscular, tejido óseo, cabellos y otros, en la DIVLACRI - DIRCRI PNP.



h) Cuantificación del ADN

Una vez extraído y purificado es crucial cuantificar el ADN, especialmente para confirmar el ADN humano que se ha recogido. Esto tiene como objetivo determinar si se puede continuar con el análisis y al mismo tiempo, calcular la cantidad de ADN necesario para la reacción de amplificación o PCR. Existe un límite específico de ADN que puede ser empleado en la PCR, que se sitúa entre 0,5 y 2 ng. Si la cantidad es demasiado escasa, no se podrá generar un perfil genético o este será parcial o incompleto. Por otro lado, si hay un exceso de ADN, se obtendrá un electroferograma con picos demasiado altos, lo cual puede causar la manifestación de falsos picos.

i) Análisis espectrofotométrico: absorbancia con luz UV (ultravioleta)

El análisis mediante espectrofotometría se fundamenta en el hecho de que los ácidos nucleicos capturan luz ultravioleta de una manera particular. Para el ADN y el ARN, se coloca una muestra bajo luz ultravioleta a una longitud de onda de 260 nanómetros, y un fotodetector registra la luz que pasa a través de la muestra. Parte de esa luz ultravioleta será absorbida por el ADN o ARN, mientras que otra parte logrará atravesar. A mayor absorción de luz en la muestra, más alta será la concentración de ácido nucleico presente. Como resultado de este fenómeno, habrá menos luz que llegue al fotodetector, lo que resultará en una mayor densidad óptica (Tataurov, et al., 2008).

A través de la ley de Beer-Lambert es factible establecer un vínculo entre la luz absorbida y la concentración de la molécula que está absorbiendo. A una longitud de onda de 260 nm, el coeficiente de extinción promedio para el ADN de doble cadena es de $0,020 (\mu\text{g/ml})^{-1} \text{ cm}^{-1}$, mientras que para el ADN de cadena sencilla es de $0,027 (\mu\text{g/ml})^{-1} \text{ cm}^{-1}$, para el ARN de cadena sencilla es de $0,025 (\mu\text{g/ml})^{-1} \text{ cm}^{-1}$ y la medida para los oligonucleótidos de cadena sencilla cortos varía según la longitud y el tipo de bases. De esta forma, una absorbancia (A) de 1 representa una concentración de 50 $\mu\text{g/ml}$ para el ADN de doble cadena. Este procedimiento de cálculo es aplicable hasta una A de al menos 2. Puede ser necesario contar con un coeficiente de extinción más exacto para los oligonucleótidos, los cuales se pueden estimar empleando el modelo del vecino más cercano (Tataurov, et al., 2008).

Figura 183

Proceso de cuantificación de las moléculas del ADN, mediante espectrofotometría



Nota. Perito biólogo forense, en el proceso de cuantificación utilizando el Espectrofotómetro UV/Vis, el mismo que permite medir la absorbancia y transmitancia de la luz en los espectros ultravioleta y visible, a fin de analizar la composición y concentración del ADN en una muestra, en la DIVLACRI - DIRCRI PNP.



ii) Análisis con marcador de colorante fluorescente

Una manera distinta de calcular la cantidad de ADN y ARN es marcar la muestra con un colorante fluorescente. Este es un tinte que resplandece bajo luz y se emplea para medir la intensidad de los colorantes que se unen a los ácidos nucleicos, evidenciando fluorescencia específicamente al unirse. La principal ventaja de medir el ADN y el ARN mediante fluorescencia es la sensibilidad superior comparada con el análisis espectrofotométrico. No obstante, esta mayor sensibilidad implica un costo más elevado por cada muestra y un proceso de preparación más extenso (Tataurov et al., 2008).

iii) Análisis en gel de agarosa

El análisis mediante gel de agarosa permite cuantificar el ADN de forma rápida y sencilla, especialmente en fragmentos de pequeño tamaño, como los productos de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Mediante la electroforesis en gel de agarosa teñido con bromuro de etidio, es posible detectar concentraciones de ADN tan bajas como 20 ng. La muestra se deposita junto con cantidades conocidas de ADN de tamaños equivalentes o similares, lo que permite estimar su concentración al comparar la intensidad de las bandas con los estándares, utilizando un escáner o un sistema de imagen digital. Es fundamental emplear estándares de tamaño semejante al fragmento analizado para garantizar una estimación precisa, ya que los fragmentos más grandes intercalan una mayor cantidad de colorante y generan bandas de mayor intensidad (Ream et al., 2016).

iv) Slot Blot

Una vez recolectados y aislados los ácidos nucleicos, estos se aplican directamente sobre la membrana sin requerir su separación por masa molecular, por lo que no se emplea el método de electroforesis. La fijación suele realizarse mediante un sistema de vacío que utiliza un molde con pocillos circulares (dot blot) o lineales (slot blot). Este procedimiento permite realizar detecciones tanto cualitativas, para determinar la presencia o ausencia del material genético, como cuantitativas, empleando como referencia diluciones seriadas de concentraciones conocidas del genoma correspondiente (López et al., s.f.). Los enfoques previamente indicados requieren mucho trabajo y carecen de la precisión necesaria que demandan los diferentes kits de amplificación de STRs que se utilizan hoy en día.

v) Reacción en Cadena de la Polimerasa en Tiempo Real (qPCR)

El enfoque predominante en la actualidad es lo que se conoce como PCR en tiempo real (también conocida como PCR cuantitativa o qPCR), que no solo evalúa la funcionalidad del ADN aislado, sino que también es más sensible en comparación con otros procedimientos. Hay numerosos kits disponibles, producidos por diversas empresas, que se pueden emplear. Estos kits pueden identificar la presencia de inhibidores en la muestra, además de cuantificar el ADN total y el masculino, y los más avanzados pueden medir el nivel de degradación del ADN de referencia. En conclusión, esta técnica proporciona información sobre la cantidad y la calidad del ADN presente (Pantín, 2018). Este sistema está diseñado para cuantificar de manera simultánea la cantidad total de ADN humano amplificable y el ADN humano de origen masculino presente en una muestra. Además, permite determinar la proporción entre ADN masculino y femenino, incluso en casos donde el ADN masculino se encuentra en cantidades mínimas frente a un exceso de ADN femenino.

La técnica ofrece una evaluación cualitativa y cuantitativa del ADN humano total mediante una única reacción de PCR en tiempo real, caracterizada por su alta sensibilidad. Los resultados de la



cuantificación facilitan la toma de decisiones respecto a la selección de la química más adecuada para el análisis posterior, ya sea autosómico, Y-STR, miniSTR, o en su defecto, determinar si no procede continuar con la amplificación.

Figura 184

Proceso de cuantificación de las moléculas del ADN con el termociclador en tiempo real (qPCR).



Nota. Perito biólogo forense, utilizando el termociclador en tiempo real 7500 validado para identificación humana, que permite determinar las concentraciones del ADN humano de tamaño largo, corto y masculino, así como el índice de degradación, proporción de mezclas de ADN Masculino / Femenino y la presencia de inhibición de las muestras en estudio, mediante Reacción en Cadena de la Polimerasa en Tiempo Real (qPCR), en la DIVLACRI - DIRCRI PNP.

i) Amplificación del ADN

El proceso consiste en someter el material genético extraído a ciclos controlados de temperatura mediante la técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), un método de síntesis in vitro que amplifica secuencias específicas de ADN. Tras varios ciclos en el termociclador, se produce una amplificación exponencial del fragmento de interés, lo que permite al analizador genético tipificar la muestra problema. En esta reacción, fragmentos o moldes de ADN previamente conocidos y marcados con fluorocromos interactúan con el ADN extraído; en presencia de la enzima polimerasa, se generan nuevas cadenas que posteriormente son detectadas por el secuenciador (Mullis et al., 1988).

En la actualidad, los loci microsatélites constituyen los marcadores más utilizados en el campo de la identificación genética. Los loci tri y tetranucleotídicos, de especial relevancia forense, se encuentran distribuidos aproximadamente cada 15 kb en el genoma (Edwards et al., 1991).

Los Short Tandem Repeats (STRs) se distribuyen ampliamente a lo largo del genoma, tanto en regiones codificantes como no codificantes. Aquellos localizados en zonas extragénicas han impulsado significativamente el desarrollo de la genética forense. El polimorfismo de los STR se origina en las variaciones del número de repeticiones de su secuencia central. Además, pueden diferir en la longitud



de las unidades repetidas y en el grado de regularidad de su patrón. Las unidades de repetición simples presentan secuencias y longitudes uniformes, mientras que las complejas incluyen bloques de distinta longitud y mayor variabilidad en su composición. Los STR más empleados son los de tipo tri, tetra- y pentanucleotídico.

Figura 185

Proceso de amplificación de las moléculas de ADN, mediante la Reacción



Nota. Perito biólogo forense empleando un termociclador de punto, equipo validado para la identificación humana mediante la técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR). Este instrumento permite la amplificación de fragmentos de ADN marcados con fluorocromos, procedimiento realizado en la DIVLACRI - DIRCRI PNP.

j) Genotipificación del ADN

El uso de tecnología automatizada basada en fluorescencia para la detección de STR se desarrolló durante la década de 1990. Este sistema permite medir con precisión el tamaño de los productos de PCR y corrige las variaciones en la movilidad electroforética entre los carriles del gel mediante la inclusión de marcadores internos de tamaño en cada muestra.

El reducido tamaño de las secuencias amplificadas posibilita el análisis simultáneo de múltiples loci a través de la amplificación PCR multiplex y la identificación precisa de los alelos en geles de secuenciación de ADN. La alta precisión, sensibilidad y rapidez en la detección de alelos mediante PCR favorecen su aplicación en el ámbito forense. Asimismo, la fidelidad de amplificación observada en los STR tri- y tetranucleotídicos permite una interpretación confiable de los perfiles genéticos y facilita su automatización. En conjunto, la combinación de STR multiplex, la PCR y detección fluorescente automatizada constituye una metodología eficiente y rápida para la obtención de perfiles de ADN.



Figura 186

Proceso de genotipificación del ADN con el Analizador Genético 3500.



Nota. Perito biólogo forense, utilizando el Analizador Genético 3500 validado para identificación humana, basada en la tecnología de electroforesis capilar que permite la secuenciación y análisis de fragmentos de ADN previamente marcados con fluorocromos en la PCR, donde separa los fragmentos de ADN según su tamaño y carga eléctrica, tecnología en uso en la DIVLACRI - DIRCRI PNP.

Figura 187

Aplicación del software GeneMapper, para la investigación de fragmentos



Nota. Peritos biólogos forenses, posterior a la electroforesis capilar efectuada con el Analizador Genético, realizan la recopilación de datos a través del Programa GeneMapper, diseñado para el análisis de longitud de fragmentos y/o polimorfismos numéricos, aplicaciones de cuantificación de fluorescencia relativa, aplicaciones de genotipado de microsatélites y SNP, entre otras funciones, la creación de alelos y tablas de informes en la DIVLACRI - DIRCRI PNP.

Hoy en día, existen instrumentos que facilitan la obtención de datos más exactos y pormenorizados a partir de las muestras de ADN halladas en la escena del crimen. Entre ellos destaca la *Secuenciación Masiva Paralela (MPS)*, también conocida como *Secuenciación de Nueva Generación (NGS)*. Esta metodología permite la secuenciación simultánea de millones de fragmentos de ADN, lo que acelera el



proceso de análisis y mejora significativamente la sensibilidad y resolución de las evidencias forenses. En consecuencia, es posible identificar a un sospechoso con mayor exactitud y establecer vínculos familiares con mayor fiabilidad (Rubio S. et al., 2020).

En cuanto al flujo de datos, la gran cantidad de información generada puede representar un reto para la supervisión de los resultados obtenidos mediante NGS, ya que el análisis por parte del personal especializado puede resultar extenso y laborioso. Por ello, un porcentaje considerable del equipo pericial termina dedicando sus esfuerzos a los procesos analíticos, en detrimento de las labores técnicas realizadas en los laboratorios (Zaragoza et al., 2010, citado en Gaviria, 2021).

k) Base de datos de ADN

La incorporación de datos genéticos en un software especializado permite el almacenamiento sistemático y la comparación automatizada entre perfiles de ADN. Estos sistemas pueden potenciar la investigación criminal al establecer vínculos entre perfiles genéticos provenientes de indicios biológicos relacionados con diferentes escenas del delito y/o con posibles aportantes individuales.

Una encuesta global sobre perfiles de ADN, realizada por INTERPOL a inicios de 2017, reveló que 69 países miembros contaban con una base de datos nacional de ADN, que acumulaba aproximadamente 35 millones de perfiles. Asimismo, 84 países utilizan el ADN en investigaciones policiales, 73 realizan análisis de STR del cromosoma Y y 31 emplean ADN mitocondrial (Butler y Willis, 2020).

i) Situación de las bases de datos de ADN en Europa

En las últimas décadas, varios países europeos han integrado en sus sistemas jurídicos bases de datos de perfiles genéticos con fines de investigación criminal, alimentadas con información proveniente de sospechosos, condenados o evidencias biológicas relacionadas con delitos no resueltos. Actualmente, existen bases de datos operativas en Reino Unido, Austria, Alemania, Finlandia, Noruega, Dinamarca, Suiza, Suecia, Grecia, Bélgica, Francia, Eslovenia y Eslovaquia.

ii) Hacia una base de datos de ADN en el Perú

La experiencia internacional demuestra la eficacia de las bases de datos genética como herramienta de apoyo en la investigación criminal, siempre que se implementen estándares científicos rigurosos y mecanismos que garanticen la confidencialidad de la información. Para ello, resulta indispensable establecer un sistema informático uniforme que permita la disociación entre los datos personales y los perfiles genéticos, evitando la vulneración de derechos fundamentales.

iii) Base de datos genéticos con fines forenses – GENis

GENis es una herramienta informática de código abierto diseñada para comparar perfiles de ADN provenientes de muestras biológicas. Brinda precisión y agilidad en las investigaciones, incrementa la tasa de resolución de crímenes y contribuye a la identificación de personas desaparecidas o víctimas de desastres.

Desarrollado por la Fundación Sadosky, GENis es el primer software de su tipo creado en América Latina. Permite la integración de datos a nivel regional y nacional, y está conformado por tres módulos interconectados:

- Identificación de personas y análisis de evidencia forense.
- Identificación de personas desaparecidas (*Missing Persons Identification*, MPI).



- Identificación de víctimas de desastres (*Disaster Victim Identification, DVI*).

Este sistema fue diseñado con el propósito de mejorar la seguridad y la justicia mediante el cotejo automatizado de perfiles genéticos. Su naturaleza de código abierto facilita su adaptación y mejora continua según las necesidades de cada contexto institucional o nacional (Sibilla et al., 2024).

Figura 188

Aplicación del Software de base de datos de perfiles genéticos del Programa GENis



Nota. Peritos biólogos forenses, efectuando la inserción, búsqueda y cotejo de perfiles genéticos en la DIVLACRI - DIRCRI PNP, empleando el Software de base de datos genéticos del Programa GENis, herramienta informática que sirve para contrastar perfiles de ADN, proveniente de evidencias recolectadas en escenas de crímenes o aportados por sospechosos y víctimas, así como de personas buscadas o víctimas de siniestros.

I) Consideraciones generales para la obtención de muestras biológicas para exámenes de ADN

Los análisis de biología y genética molecular (ADN) se realizan como complemento de los estudios de biología forense, con el propósito de establecer la identificación genética de los individuos involucrados en una investigación, ya sea en calidad de víctimas, presuntos agresores o para determinar correspondencia con muestras biológicas forenses encontradas en la escena del hecho. Del mismo modo, estos exámenes se emplean para determinar vínculos de paternidad, maternidad o relaciones de filiación en distintos grados. Para tal efecto, se deberán observar las siguientes recomendaciones:

- Usar guantes, los cuales deberán ser reemplazados con frecuencia.
- Usar mascarilla y evitar hablar, toser o estornudar sobre las muestras.
- Portar mandil u otra prenda de protección adecuada.
- Emplear material desechable siempre que sea posible.
- No agregar conservantes a las muestras.
- Rotular y dejar secar las muestras a temperatura ambiente o en estufa no mayor a 50 °C (antes de ser embaladas).





- Embalar las muestras por separado en sobre de papel o cartón, evitando el uso de plástico, dado que este favorece la condensación de humedad y la proliferación de microorganismos que degradan el ADN.
- En caso de muestras frescas, se deberá garantizar la cadena de frío durante su traslado al laboratorio.

Cabe indicar que la identificación criminalística es de carácter estrictamente comparativo; por tanto, se homologan o comparan las evidencias con muestras de referencia (de individuos conocidos). Asimismo, la recolección y toma de muestras, deben ser acompañados de la documentación correspondiente de cadena de custodia. Por ello según el caso, se recomienda:

i) Restos de sangre

- (1) En personas vivas: tras la desinfección de la zona con alcohol, realizar la punción utilizando una lanceta estéril desechable y depositar de tres a cuatro gotas de sangre sobre una tarjeta FTA, papel secante, hisopo o gasa estéril, asegurando que el fluido sea completamente absorbido por el soporte. Rotular adecuadamente la muestra y dejarla secar a temperatura ambiente en un lugar protegido.
- (2) En occisos: recolectar preferentemente la muestra de herida sangrante utilizando hisopos estériles, papel secante o gasa estéril. Rotular adecuadamente la muestra y dejarla secar a temperatura ambiente en un lugar limpio y protegido.

ii) Células del epitelio bucal

Recolectar la muestra frotando la cara interna de la mejilla con dos hisopos estériles. Rotular correctamente y dejar secar a temperatura ambiente en un lugar limpio y protegido.

iii) Fluidos biológicos

- (1) Secreción vaginal o anal: recolectar la muestra utilizando dos hisopos estériles humedecidos con agua destilada o suero fisiológico estéril. Rotular adecuadamente y dejar secar a temperatura ambiente en un lugar limpio y protegido. No aplicar ningún tipo de preservante.
- (2) Surco balano prepucial: tomar la muestra dentro de las 24 horas posteriores a los hechos, utilizando dos hisopos estériles humedecidos con agua destilada o suero fisiológico estéril. Rotular correctamente y dejar secar a temperatura ambiente en un lugar limpio y protegido. No aplicar ningún tipo de preservante.

iv) Dientes

Seleccionar al menos cuatro piezas dentales, preferentemente molares, que no presenten daños externos ni antecedentes de tratamientos endodónticos. Identificar correctamente la muestra y, en caso de tratarse de material fresco, asegurar el mantenimiento de la cadena de frío durante su traslado.

v) Tejido óseo

Seleccionar, de ser posible, un hueso largo, preferentemente fémur y/o húmero. Se podrá tomar la pieza completa o un segmento del tercio medio de aprox. 10 cm. Identificar la muestra y si corresponde a muestras frescas, garantizar la cadena de frío durante el traslado.



vi) Tejido muscular

Preferentemente, seleccionar tejido muscular no graso. Cortar aproximadamente 10 gramos de músculo y colocarlos en un recipiente plástico estéril de boca ancha. Identificar correctamente la muestra y, en caso de tratarse de material fresco, asegurar el mantenimiento de la cadena de frío durante su traslado.

vii) Muestras recogidas en el lugar de los hechos

Los indicios o evidencias biológicas recolectados en el lugar de los hechos y remitidos al laboratorio para análisis de ADN pueden presentar alteraciones derivadas de factores ambientales, del tiempo transcurrido, de la cantidad o tipo de muestra, del soporte donde se encuentren, así como de su origen y naturaleza. Entre los indicios biológicos más comunes se incluyen sangre, saliva, semen, sudor, cabellos, tejidos orgánicos y otros fluidos biológicos.

En el caso de manchas secas, cuando las muestras sean de tamaño reducido y su traslado resulte viable, se recomienda remitirlas íntegramente, de acuerdo con los siguientes lineamientos:

- (1) Colillas de cigarro: recolectar con pinzas limpias e introducir cada muestra por separado en sobres de papel.
- (2) Goma de mascar (chicle): recolectar con pinzas limpias e introducir por separado en envases resistentes que permitan el ingreso de aire.
- (3) Sobres y sellos postales: sin despegar, recolectar con pinzas limpias e introducir en sobres de papel.
- (4) Armas blancas: manipular con extremo cuidado para no afectar posibles huellas dactilares. Colocar por separado en cajas de cartón diseñadas para su traslado, asegurando la fijación del objeto. En caso de no contar con dichas cajas, proteger la hoja y colocarla en sobres de papel por separado.
- (5) Objetos (llaves, monedas, joyas, etc.): recolectar las muestras utilizando pinzas limpias y colocarlas por separado en sobres de papel.
- (6) Otros objetos (piedras, ramas, hojas, etc.): introducir por separado en sobre de papel.
- (7) Billetes, papeles, cartones pequeños o similares: recolectar las muestras y colocarlas por separado en sobres de papel.

viii) Levantamiento de indicios biológicos: manchas secas, húmedas y líquidos

(1) Manchas secas

Las manchas secas presentes en muestras de gran tamaño que no puedan transportarse deben recolectarse según el tipo de soporte en el que se encuentren:

- (a) Soportes no absorbentes (vidrio, metal, entre otros): los indicios se recogen mediante fricción con 1 o 2 hisopos estériles ligeramente embebidos en suero fisiológico o agua destilada. También se puede raspar la mancha con un bisturí sobre papel limpio, el cual se dobla cuidadosamente y se introduce en sobre de papel, se rotula y se deja secar a temperatura ambiente en un lugar protegido.



- (b) Soportes absorbentes (tejidos, alfombras, entre otros): se recorta el área donde se encuentra la mancha con un bisturí o tijeras estériles, se introduce en sobre de papel, se rotula y se deja secar a temperatura ambiente en un lugar protegido.

(2) Indicios húmedos

Las prendas de vestir constituyen las muestras que con mayor frecuencia presentan indicios biológicos húmedos, como manchas de sangre, semen, saliva u otros fluidos. En estos casos, las prendas completas o las áreas manchadas deben secarse previamente a temperatura ambiente, en un lugar protegido de la luz solar, y posteriormente embalsarse en sobres de papel debidamente rotulados.

(3) Indicios líquidos

Las muestras deben conservarse en refrigeración hasta su envío, garantizando en todo momento la cadena de frío. Deben remitirse lo antes posible, debidamente rotuladas. En los casos que se detallan a continuación, se aplican procedimientos específicos:

- (a) Sangre: recolectar la muestra utilizando hisopos, papel secante o gasa estéril. Rotular adecuadamente y dejar secar a temperatura ambiente en un lugar limpio y protegido.
- (b) Semen: los preservativos que contengan material seminal deben anudarse cuidadosamente para evitar derrames y colocarse en frascos plásticos, siempre que su envío al laboratorio no se retrase. Preferentemente, se recomienda recolectar muestras de la superficie externa con dos hisopos estériles y de la superficie interna con otros dos, los cuales deben rotularse por separado y dejarse secar a temperatura ambiente en un lugar protegido.
- (c) Orina y otros fluidos biológicos: las muestras se recolectan con una pipeta plástica desechable y se depositan en tubos o frascos estériles. Posteriormente, se identifican adecuadamente y se garantiza la conservación de la cadena de frío durante su traslado al laboratorio.

ix) Filamentos pilosos hallados en la escena

Se recogen utilizando guantes limpios. Cada grupo de pelos se coloca en papel de primer uso, se dobla cuidadosamente y se introduce en sobre de papel acorde con el tamaño de la muestra. Se rotula debidamente.

8) Microbiología forense y medio ambiente

a) Microbiología forense

i) Definición

La microbiología forense es una disciplina científica dedicada al estudio de los microorganismos — como bacterias, hongos, parásitos y protozoos— en el contexto de la criminalística. Su objetivo principal es identificar agentes microbiológicos implicados en investigaciones relacionadas con presuntos delitos que afectan la salud pública, el orden económico u otros ámbitos. El análisis microbiológico forense resulta fundamental en casos que representan un riesgo sanitario, ya sea por el consumo de alimentos contaminados o por la exposición a microorganismos patógenos. Esta disciplina permite la caracterización e identificación de microorganismos, así como de indicadores asociados con la dinámica biológica de la escena del crimen.





Además, integra conocimientos provenientes de la microbiología médica, alimentaria, ambiental y del agua, así como de la ecología microbiana y la biotecnología. En conjunto, constituye una herramienta esencial para la investigación y el esclarecimiento de hechos en los que los microorganismos pueden actuar como agentes causales, tanto por exposición accidental como intencionada, con impacto en la salud humana y en el equilibrio ecológico.

ii) Microbiología de alimentos

La microbiología de alimentos estudia los microorganismos en su relación con los alimentos. Esta relación puede ser negativa, provocando alteraciones en los alimentos o toxiinfecciones alimentarias, o positiva, generando procesos deseables como la fermentación para la elaboración de productos como yogur, vino o cerveza (Microbiología y Seguridad Alimentaria, s.f.). Este campo incluye aspectos de ecología microbiana y biotecnología para la producción alimentaria.

De acuerdo con la Norma Técnica Sanitaria NTS N.º 071, que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, elaborada por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA, 2008), los microorganismos se clasifican en:

- (1) Microorganismos indicadores de alteración: asociados con la vida útil y deterioro del producto.
- (2) Microorganismos indicadores de higiene: no patógenos, usualmente relacionados con prácticas inadecuadas de manipulación.
- (3) Microorganismos patógenos: cuya presencia o cantidad condiciona la peligrosidad de los alimentos para la salud.

iii) Criminalística y la investigación de delitos de origen biológico

La criminalística abarca un amplio espectro de especialidades, entre ellas la investigación de hechos delictivos que afectan, de manera directa o indirecta, la salud pública y el equilibrio ambiental. Los nuevos paradigmas delictivos del siglo XXI incluyen conductas que requieren especial atención en los siguientes tipos de delitos:

- Delitos contra la salud pública y de peligro común,
- Delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente.

Los delitos que demandan peritajes, monitoreo y análisis de laboratorio deben ser atendidos por los operadores de justicia a través del sector competente y las unidades especializadas de la Policía Nacional del Perú. Ante el incremento de este tipo de manifestaciones delictivas, resulta esencial implementar herramientas que fortalezcan la labor criminalística y la investigación policial. Dichas herramientas incluyen la aplicación de normas oficiales, sistemas de vigilancia epidemiológica, estándares y procedimientos de calidad, legislación ambiental y regulatoria, sistemas de aseguramiento de la calidad, así como diversos instrumentos de gestión ambiental.

iv) Factores que afectan el crecimiento microbiano

El desarrollo de microorganismos en los alimentos puede ser controlado si se identifican los factores que lo condicionan. Estos factores son: temperatura, oxígeno, medios de cultivo, acidez, tiempo y agua.





(1) Temperatura

Los microorganismos presentan temperaturas óptimas de crecimiento (a las cuales se desarrollan más rápidamente), temperaturas mínimas (por debajo de las cuales no crecen) y temperaturas máximas (por encima de las cuales tienden a inactivarse).

Para evitar el deterioro y crecimiento de microorganismos en los alimentos, se debe observar lo siguiente: mantener los alimentos a temperaturas por debajo de los 4 °C o por encima de los 60 °C, lo que se define como el rango crítico. La refrigeración disminuye el crecimiento de los microorganismos, pero no lo detiene por completo; por lo tanto, un alimento refrigerado que no haya sido estabilizado por otros procesos se deteriora si se deja almacenado durante un tiempo prolongado, ya que los microorganismos siguen creciendo.

La congelación detiene el crecimiento microbiano, pero no inactiva a los microorganismos totalmente. En cambio, procesos como la cocción, pasteurización, esterilización y el calentamiento prolongado son capaces de inactivar los microorganismos, eliminándolos completamente (Jesús, 2017).

(2) Oxígeno

Los microorganismos se clasifican en tres categorías de acuerdo con sus requerimientos respiratorios:

- (a) Aerobios: utilizan el oxígeno del aire para su metabolismo.
- (b) Anaeróbicos: no requieren oxígeno del aire para este fin, lo toman de otras fuentes.
- (c) Facultativos: siendo primordialmente aeróbicos, se pueden comportar como anaeróbicos si las condiciones lo requieren.

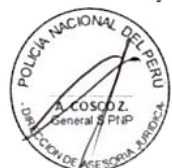
Solo algunos microorganismos anaeróbicos representan un problema en el deterioro de los alimentos, siendo limitado lo que se puede hacer para controlar su crecimiento a través de este factor (Jesús, 2017).

(3) Medio de cultivo

Los alimentos son excelentes medios de cultivo para el crecimiento acelerado de los microorganismos, debido a que poseen una variedad de nutrientes. Por ello, es difícil utilizar este factor para controlar su crecimiento, ya que es un factor inherente al alimento que se desea conservar (Jesús, 2017).

(4) Acidez

Los microorganismos tienen un rango de acidez óptimo, mínimo y máximo para su crecimiento. El grado de acidez del alimento se mide mediante un parámetro denominado pH. Los valores de pH ácidos van de 1 a 7, los alcalinos de 7 a 14, y el 7 es considerado un valor neutro. Es por esto que los alimentos ácidos son, primordialmente, deteriorados por hongos y en algunos casos, por levaduras. El procedimiento de acidificación, utilizado para evitar el deterioro de los alimentos y el crecimiento de microorganismos, se emplea en productos como vinagretas, encurtidos y cebiches (Jesús, 2017).



(5) Tiempo

El tiempo es un factor esencial para el crecimiento de los microorganismos. Nunca deben dejarse los alimentos por períodos excesivos de tiempo a temperaturas en el rango crítico (4 a 60 °C), debido al crecimiento explosivo que los microorganismos de riesgo a la salud pública pueden tener, lo que afecta la estabilidad del alimento. Se considera excesivo un período superior a las 2 o 3 horas. Debe evitarse la contaminación de los alimentos o mantenerse la contaminación a niveles bajos, para evitar que se alcancen poblaciones microbiológicas muy elevadas (Jesús, 2017).

(6) Agua

La cantidad de humedad que contiene el alimento es un principio fundamental en el deterioro del producto, ya que afecta el crecimiento de los microorganismos, especialmente las bacterias, las cuales requieren mayor humedad para su desarrollo (Jesús, 2017).

v) Inocuidad de los alimentos

En los últimos años, la preocupación pública por la inocuidad alimentaria ha aumentado de manera significativa. El control de los alimentos no se limita al análisis del producto final ni a la inspección de los establecimientos de elaboración y distribución, sino que se extiende a toda la cadena alimentaria. Esto se debe a que gran parte de los problemas asociados con la seguridad alimentaria tienen su origen en la producción primaria, una etapa especialmente susceptible a la contaminación deliberada con agentes nocivos por parte de actores criminales, lo que puede afectar la salud pública y generar alarma social.

Los riesgos vinculados con la inocuidad alimentaria provienen principalmente de agentes microbianos derivados de una manipulación inadecuada, contaminantes ambientales y residuos de sustancias químicas empleadas en la producción agrícola, como plaguicidas.

Episodios recientes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), como la encefalopatía espongiforme bovina (EEB), conocida como “enfermedad de las vacas locas”, han intensificado la preocupación social sobre este tema. Asimismo, la contaminación ambiental con compuestos químicos persistentes, como mercurio, cadmio, bifenilos policlorados (PCB) y dioxinas, representa una amenaza adicional para la seguridad e inocuidad de los alimentos.

vi) Enfoque multidisciplinario de la inocuidad de los alimentos

Desde un enfoque multidisciplinario, resulta fundamental fortalecer la cooperación entre las autoridades responsables del control alimentario y aquellas dedicadas a la protección ambiental. Hacia finales del siglo pasado se produjo un cambio significativo en el estudio de la inocuidad alimentaria, con la adopción del enfoque basado en el riesgo. Este nuevo paradigma fue impulsado, en parte, por los acuerdos de la Organización Mundial del Comercio (OMC) sobre la aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias, que obligan a los países a fundamentar sus medidas de inocuidad alimentaria en evaluaciones científicas del riesgo.

La calidad de un alimento se define como el conjunto de características que el consumidor exige, de forma explícita o implícita. Algunas de estas propiedades poseen un carácter público, por lo que deben estar bajo la supervisión del Estado y sus organismos de normalización y control. Estas entidades son responsables de garantizar que los productos sean aptos para el consumo humano, función que ejercen de manera indelegable mediante la aplicación de normas y reglamentos de



cumplimiento obligatorio. Por su parte, la inocuidad alimentaria se define como el conjunto de condiciones y medidas aplicadas durante las etapas de producción, almacenamiento, distribución y preparación de los alimentos, destinadas a garantizar que su consumo no implique un riesgo significativo para la salud. La inocuidad constituye un componente esencial de la calidad alimentaria, por lo que no puede analizarse de manera independiente (Tafur, 2025).

Las leyes y reglamentos en materia de inocuidad alimentaria constituyen la base jurídica para establecer una infraestructura sólida y eficaz en el control sanitario de los alimentos. Asimismo, fijan los estándares mínimos de calidad que debe cumplir la industria alimentaria y proporcionan al consumidor la garantía de acceder a productos seguros para su salud.

Los consumidores demandan alimentos innovadores, frescos y de fácil consumo, elaborados con un nivel mínimo de procesamiento. Para responder a estas exigencias, la industria alimentaria incorpora tecnologías avanzadas que aseguran tanto la calidad del producto como su inocuidad, garantizando la seguridad del consumidor (Lucas, s.f.).

vii) Importancia de la microbiología forense

En el ámbito de la criminalística, la intervención en investigaciones relacionadas con delitos o riesgos de origen biológico se enfoca principalmente en la identificación de eventos que, de forma directa o indirecta, representen una amenaza para la salud humana. En este contexto, las muestras remitidas al laboratorio de criminalística poseen un carácter incidental, es decir, son obtenidas en circunstancias específicas y no planificadas. Estas muestras se someten a análisis con el propósito de determinar su posible vinculación con un riesgo potencial, como la pérdida de inocuidad o la alteración de alimentos y bebidas destinadas al consumo humano.

En el caso de productos alimenticios o bebidas, la investigación de un evento sospechoso no implica necesariamente la realización de un control de calidad rutinario, sino un análisis exploratorio y selectivo de muestras que, tras una observación preliminar, pueden o no presentar signos de alteración. Por ello, aunque resulta esencial considerar las normas oficiales vigentes, su aplicación debe evaluarse con prudencia, dado que las muestras suelen ser incidentales, únicas o de cantidad limitada. El estudio microbiológico se lleva a cabo con base en los procedimientos recomendados por organismos internacionales como el ICMSF, AOAC, IDF/ISO y las Normas Técnicas Peruanas (NTP), con el objetivo de detectar la presencia o ausencia de microorganismos contaminantes, ya sean patógenos o no patógenos.

Cabe mencionar que el objeto de la función forense no es la certificación de la calidad de los productos, sino más bien la identificación de los agentes contaminantes que demuestren que el alimento no es inocuo y representa un riesgo para su consumo, como resultado de prácticas de manufactura no adecuadas. Esto permite establecer responsabilidad penal contra aquellos infractores responsables de la preparación o elaboración de alimentos que representen un peligro potencial para la salud de los consumidores

(1) Análisis de riesgo y normas alimentarias

Los riesgos para la salud asociados a los alimentos pueden originarse en las materias primas empleadas, así como durante su manipulación, procesamiento, transporte, almacenamiento o comercialización. De manera general, se define como peligro cualquier agente biológico, químico, físico o condición del alimento capaz de causar efectos adversos en la salud. Entre los principales peligros se incluyen la contaminación microbiana, los residuos de plaguicidas y



fármacos veterinarios, los aditivos alimentarios, los contaminantes ambientales y compuestos tóxicos como las micotoxinas.

El riesgo se define como la función que relaciona la probabilidad de ocurrencia de un efecto adverso con la gravedad de sus consecuencias, derivadas de la presencia de un peligro en el alimento. Estos riesgos pueden originarse por el uso inadecuado o no regulado de sustancias químicas agrícolas, la contaminación ambiental, la incorporación de aditivos no autorizados, prácticas deficientes en el control y manipulación de alimentos, u otras acciones indebidas durante su producción y procesamiento

Este análisis implica la evaluación sistemática de los riesgos derivados de los peligros presentes en los alimentos. Para llevarlo a cabo, es indispensable identificar y valorar, de forma cualitativa y/o cuantitativa, los posibles efectos adversos que dichos riesgos pueden generar en la salud humana (Manual de Criminalística, 2015).

El acelerado avance de la ciencia y la tecnología ha modificado de manera significativa los riesgos asociados a peligros tanto microbiológicos como químicos. En este contexto, resulta esencial contar con organismos capaces de identificar riesgos emergentes mediante mecanismos eficaces de gestión y monitoreo. Asimismo, es necesario articular los sistemas de análisis y control de riesgos, de modo que, ante un evento que comprometa la inocuidad o revele un peligro microbiológico en un alimento destinado al consumo, las autoridades competentes puedan establecer y ejecutar los lineamientos de intervención correspondientes.

- (2) Alteración de la salud provocada por el consumo de alimentos: infecciones e intoxicaciones por agentes microbianos.

Los alimentos, por su naturaleza, albergan microorganismos tanto en su superficie como en su interior. Según su origen, estos pueden clasificarse en endógenos y exógenos. Los microorganismos endógenos se encuentran dentro de las estructuras del alimento y pueden estar asociados a zoonosis, enfermedades animales no transmisibles al ser humano o enfermedades vegetales sin riesgo para la salud humana. Por su parte, los microorganismos exógenos se incorporan durante la manipulación, procesamiento o almacenamiento, y según su interacción con el consumidor, pueden actuar como agentes patógenos o agentes alterantes que afectan la calidad y seguridad del producto alimenticio.

En cualquier circunstancia, los alimentos constituyen una vía relevante de transmisión de microorganismos capaces de provocar infecciones o intoxicaciones. Estas suelen presentar un periodo de incubación breve, generalmente entre 2 y 10 horas, y se manifiestan principalmente a través de síndromes gastrointestinales (Hernández, s.f.).

La mayoría de las enfermedades transmitidas por el consumo de agua o alimentos contaminados con bacterias patógenas se clasifican en dos tipos principales:

- (a) Intoxicaciones: son aquellas provocadas por la ingestión de toxinas producidas por los patógenos, caracterizadas por la aparición súbita de síntomas gastrointestinales y, en menor medida, por episodios febriles.
- (b) Infecciones: se manifiestan como resultado del crecimiento del microorganismo en los tejidos del organismo. El patógeno ingresa al tracto gastrointestinal, donde se multiplica; puede invadir la mucosa intestinal o atravesarla para alcanzar otros órganos sistémicos.



Estas enfermedades se distinguen por un inicio retardado de los síntomas y la presencia de fiebre.

Figura 189

Análisis microbiológico en muestras de alimentos



Nota. Perito biólogo, realizando el proceso de siembra en medios de cultivo para análisis microbiológico de alimentos en el Laboratorio de Microbiología de la DIRCRI PNP

Figura 190

Aislamiento de posibles agentes microbianos patógenos



Nota. Perito biólogo, realizando el proceso de identificación de presuntos microorganismos patógenos en el Laboratorio de Microbiología de la DIRCRI PNP

(3) Agentes nocivos y seguridad alimentaria

La contaminación intencional con agentes nocivos genera consecuencias significativas en la economía, la salud pública, el bienestar psicológico de la población y el ámbito político. Determinar la ausencia de intencionalidad en hechos de esta naturaleza constituye una de las principales responsabilidades de las instituciones encargadas de garantizar la seguridad ciudadana. Se han registrado casos que evidencian el alto impacto económico global de este tipo de amenazas. Un ejemplo es el incidente relacionado con la presunta contaminación con cianuro de uvas chilenas exportadas a Estados Unidos, tras una llamada telefónica anónima de un supuesto grupo terrorista a la embajada estadounidense en Santiago de Chile. Como consecuencia, se retiraron del mercado no solo las uvas, sino también la mayoría de frutas exportadas desde Chile, ocasionando graves pérdidas económicas y una crisis de confianza





entre los consumidores, cuya recuperación tomó un largo tiempo. Este caso refleja la magnitud del daño económico y social que puede generar una sola amenaza deliberada.

viii) Recolección de muestras para análisis microbiológicos de alimentos y productos alimenticios

(1) Toma de muestra y plan de muestreo

Desde una perspectiva criminalística, el análisis microbiológico de muestras alimentarias no cumple una función preventiva, sino selectiva y exploratoria, orientada a determinar la carga microbiana o la presencia de agentes patógenos. En este tipo de investigaciones, que suelen involucrar muestras incidentales, se emplean técnicas de muestreo casual sobre cantidades mínimas y no representativas, generalmente obtenidas de productos que, a simple vista, parecen normales o presentan defectos no evidentes. Estos productos pueden mostrar distintos grados de deterioro y encontrarse en circulación comercial, lo que representa un riesgo potencial para la salud pública. Asimismo, se incluyen aquellos casos en los que se sospecha una alteración en las propiedades microbiológicas del alimento, ya sea por adulteración, manipulación fraudulenta o falsificación, con el fin de esclarecer su origen y posible implicancia criminal.

Los análisis exploratorios también se aplican en la investigación de presuntas infracciones sanitarias, mediante la toma de muestras en establecimientos de producción, ya sea durante las etapas de transformación o sobre el producto final. Dado que estas muestras no siempre representan las características del lote completo, la selección del producto que muestre posibles alteraciones debe realizarse con criterios estrictos y técnicamente fundamentados.

En el contexto de una investigación con enfoque higiénico-sanitario, la toma de muestras implica la separación de una porción, partida, lote o remesa considerada representativa, con el propósito de evaluar su aptitud para el consumo humano mediante análisis organolépticos y/o de laboratorio. El plan de muestreo define los criterios de aceptación microbiológica de un lote alimentario. Para su elaboración, se consideran factores como la peligrosidad del microorganismo, su concentración en el alimento, las condiciones de tratamiento previas al consumo y el grupo poblacional al que va destinado.

Por su parte, el análisis sanitario comprende la determinación bromatológica orientada a establecer si el alimento cumple con las condiciones de aptitud para el consumo, garantizando la protección de la salud pública o individual. Dicho análisis debe realizarse de acuerdo con métodos analíticos oficialmente reconocidos a nivel nacional o conforme a los estándares internacionales vigentes. Se denomina lote a una cantidad específica de alimento envasado que comparte la misma procedencia, clasificación y condiciones de homogeneidad, presentándose en envases del mismo tipo, tamaño y peso. Por su parte, se entiende por partida la cantidad de alimento incluida en un único envío, destinada a su distribución o comercialización.

Cuando sea posible, se recomienda realizar el muestreo en envases cerrados, a fin de evitar el riesgo de contaminación. De no ser posible, ya sea por el tamaño del envase o la cantidad requerida, se debe transferir asépticamente una porción representativa, tomando alícuotas de distintas partes en un recipiente estéril. En todo caso, se deben registrar los datos necesarios para asegurar la identificación precisa de la muestra.



Los materiales empleados en el muestreo deben estar previamente esterilizados, incluyendo cucharas de acero inoxidable, pinzas, espátulas y tijeras. Estos instrumentos pueden esterilizarse en el propio establecimiento mediante lavado, secado con toalla de papel y flameado.

Para la recolección de muestras, se recomienda utilizar recipientes limpios, secos, de boca ancha, esterilizados y con cierre hermético, preferentemente de material plástico y de tamaño adecuado al tipo de muestra. En casos de brotes de infección o intoxicación alimentaria, se deben recolectar todos los restos de alimentos sospechosos y, cuando sea posible, sus envases originales. Asimismo, es fundamental obtener muestras clínicas de las personas afectadas, como materia fecal, vómito o suero.

La toma de muestras debe realizarse bajo condiciones asépticas, incluso si los alimentos no fueron manipulados correctamente con anterioridad.

(2) Muestreo según el estado físico del alimento

(a) Líquidos

Se lleva a cabo utilizando frascos de vidrio esterilizados, de boca ancha y con tapa rosca.

(b) Semisólidos

Se lleva a cabo utilizando frascos de boca ancha con tapa esmerilada, rosca o cierre plástico hermético. Cuando se dispone de pequeñas cantidades, se aplica el método del cuarteo, efectuando dos cortes perpendiculares con un cuchillo de acero inoxidable y mezclando las dos porciones opuestas. En el caso de grandes volúmenes de sustancias, se extraen pequeñas porciones de distintos puntos mediante un sacabocado. Estas fracciones se reúnen y homogeneizan, conformando el material que luego se divide en tres muestras representativas (Flores, s.f.).

Se realiza utilizando frascos de boca ancha con tapa esmerilada, rosca o cierre plástico hermético. Para pequeñas cantidades, se aplica el método del cuarteo, efectuando dos cortes perpendiculares con un cuchillo de acero inoxidable y mezclando las porciones opuestas. En el caso de grandes volúmenes de sustancia, se extraen muestras parciales de distintos puntos mediante un sacabocado. Las porciones obtenidas se reúnen y homogeneizan, constituyendo el material que luego se divide en tres muestras representativas (Flores, s.f.).

(c) Sólidos

La extracción de muestras se efectúa utilizando sobres de material impermeable e inerte, recubiertos con papel grueso que permita un cierre hermético. Cuando se trata de productos pulverulentos en grandes volúmenes, se aplica el método del cuarteo para obtener una muestra representativa (ABEFIJCDGHLK):

La muestra se extiende formando un cuadrado que se divide en otros cuadrados. Los cuartos B y C se rechazan, y los cuartos A y D se mezclan para dar 2. Se opera de manera análoga a 1, rechazando las partes F y G; E y H se mezclan para dar 3. Se repite el proceso: se rechazan J y K, se mezclan I y L, y se continúa así hasta obtener la cantidad adecuada de muestra.





(3) Pautas generales para extracción y remisión de muestras

Siempre que sea posible, las muestras deben enviarse al laboratorio en sus envases o piezas originales, preferiblemente como unidades completas. En los casos en que sea necesario fraccionarlas, cada porción debe ser representativa del total. Si se requiere abrir un envase en el lugar de muestreo, se debe realizar previamente la limpieza y desinfección de la superficie externa, la tapa y el área circundante a la abertura, manteniendo estrictas condiciones de asepsia durante todo el procedimiento.

Cuando se utilicen instrumentos como cucharas, cuchillos, pinzas, espátulas o sacabocados, estos deben esterilizarse en estufa a aire caliente durante una hora a 170 °C o, en su defecto, calentarse a llama directa inmediatamente antes de su uso. Posteriormente, deben dejarse enfriar, preferiblemente en una porción del mismo producto que no se emplee como muestra.

El recipiente destinado a contener la muestra debe tener una capacidad superior al volumen a introducir, contar con una boca ancha, cierre hermético y estar debidamente esterilizado. En el caso de piezas pequeñas, se recomienda tomar unidades completas; para piezas grandes, también es preferible recolectarlas íntegras, aunque puede ser necesario fraccionarlas con utensilios adecuados, procurando obtener un tamaño suficiente que minimice el riesgo de contaminación externa.

Para muestras líquidas o semisólidas contenidas en grandes envases, como leche o helados a granel, se deben recolectar entre 150 y 200 gramos o mililitros, utilizando pipetas u otros instrumentos esterilizados, tras una mezcla cuidadosa del producto. Cuando se trate de harinas, azúcar o leche en polvo a granel, las muestras deben tomarse de diferentes puntos del contenedor. En el caso de materiales heterogéneos, la recolección debe incluir las distintas fases o componentes presentes.

En todos los casos, el intervalo entre la toma de muestra y su análisis debe mantenerse al mínimo, a fin de preservar su integridad microbiológica y garantizar resultados confiables (Toma de muestra para el análisis de productos alimenticios, n.d.).

(4) Mantenimiento y envío al laboratorio

La remisión de las muestras al laboratorio es efectuada en el menor tiempo posible, en envases y condiciones de temperatura y calidad sanitaria similares a las verificadas en el momento de recolección de estas. Los alimentos refrigerados y congelados deben ser enviados al laboratorio en cajas isotérmicas que puedan mantener la temperatura de congelación; las muestras perecederas no congeladas deben ser mantenidas de 0 °C a 5 °C durante el periodo comprendido entre la recolección y el análisis, el cual debe efectuarse antes de las 36 horas siguientes. Los productos desecados o enlatados no requieren refrigeración (Toma de muestra para el análisis de productos alimenticios, n.d.).

Debe garantizarse que las muestras lleguen al laboratorio en las mismas condiciones en que fueron tomadas, evitando cualquier alteración organoléptica, física, química o biológica que pueda comprometer su validez por un manejo inadecuado.

(5) Protocolos normalizados de análisis

Corresponden a los procedimientos que cumplen con las recomendaciones y lineamientos establecidos en las normas oficiales de carácter legal, los cuales respaldan los resultados y



conclusiones emitidos por el laboratorio. Estos incluyen los distintos protocolos de análisis contemplados en las Normas Técnicas Peruanas (NTP), validados o aprobados por el INDECOPI, así como aquellos que el Estado, mediante los organismos competentes, se ha comprometido a implementar con el fin de mejorar la calidad de vida de la población.

b) Medio Ambiente

i) Definición

El medio ambiente es el espacio en el que se desarrolla la vida de los organismos y que permite su interacción. Está conformado por seres vivos (factores bióticos), por elementos sin vida (factores abióticos) y por elementos artificiales creados por el ser humano. Cuando se habla de factores bióticos, se hace referencia a todos los seres vivos que habitan en un ambiente (como las bacterias microscópicas, los hongos, la flora, la fauna y los seres humanos) y a las interacciones entre ellos. Por su parte, los factores abióticos son aquellos que carecen de vida, pero determinan el espacio físico del ambiente (como el aire, el suelo y el agua) y son esenciales para la subsistencia de los organismos vivos.

Entre los elementos artificiales se incluyen todos aquellos creados por el ser humano, como la urbanización, la cultura y las tradiciones. La suma de estos valores naturales, culturales y sociales en un momento histórico y en un lugar determinado constituyen el medio ambiente. El medio ambiente debe ser cuidado y protegido para el desarrollo de las especies actuales y futuras (Medio Ambiente: Concepto, Contaminación y Protección, 2012). El sistema de relaciones que existen entre el mundo biológico y su medio ambiente se llama ECOSISTEMA. El estudio de estos ecosistemas lo realiza la ECOLOGÍA.

Las comunidades de organismos que habitan un ecosistema mantienen una relación equilibrada; sin embargo, cualquier alteración en el entorno puede generar un desequilibrio ecológico. Las características y condiciones del medio constituyen el factor esencial que determina la distribución de los seres vivos (Brathwaite, 2017). Una población consciente de sus derechos ambientales y bien informada sobre la crisis ecológica y sus posibles soluciones constituye el principal garante de un desarrollo social sostenible en un entorno saludable y ecológicamente equilibrado.

Según el D. Leg. N°613 (1990) Arts. 1 y 2 cita: "Toda persona tiene el derecho irrenunciable a gozar de un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida y, asimismo, a la preservación del paisaje y la naturaleza. Todos tienen el deber de conservar dicho ambiente". Es obligación del Estado mantener la calidad de vida de las personas a un nivel compatible con la dignidad humana. Le corresponde prevenir y controlar la contaminación ambiental y cualquier proceso de deterioro o depredación de los recursos naturales que pueda interferir en el normal desarrollo de toda forma de vida y de la sociedad. Las personas están obligadas a contribuir y colaborar inexcusablemente con estos propósitos". "El medio ambiente y los recursos naturales constituyen patrimonio común de la nación. Su protección y conservación son de interés social y pueden ser invocados como causa de necesidad y utilidad pública".

ii) Problemática ambiental y el rol de la Policía Nacional del Perú

Los principales aspectos que caracterizan la globalización contemporánea están vinculados al crecimiento de la economía de mercado, la expansión de la información y los desafíos ambientales, todos ellos impulsados por el acelerado aumento de la población mundial, que demanda una interconexión global cada vez mayor. En lo referente al medio ambiente, la globalización ha



adquirido tal relevancia que se ha convertido en una exigencia política y en un factor determinante dentro del comercio y la economía internacional. Actualmente, se espera que las empresas ofrezcan bienes y servicios con un impacto ambiental reducido, promoviendo prácticas sostenibles y responsables.

No obstante, esta misma dinámica también ha extendido desigualdades y problemáticas humanas, como la pobreza, el hambre y la marginación en países en desarrollo, así como el surgimiento de nuevas formas de criminalidad, entre ellas los delitos biológicos y ecológicos. Dado que es deber del Estado garantizar una calidad de vida compatible con la dignidad humana, le corresponde prevenir y controlar la contaminación, así como cualquier proceso de degradación o explotación indebida de los recursos naturales que amenace el equilibrio ecológico y el desarrollo sostenible de la sociedad (D. Leg. N°613, 1990).

La comprensión del origen, prevención y control de las nuevas formas delictivas exige un enfoque multidisciplinario que hace indispensable la participación de la Policía Nacional del Perú. Esta institución no solo vela por la seguridad y el orden público, sino que, conforme a la ley, también contribuye al desarrollo económico y social del país. A nivel internacional, diversos cuerpos policiales han asumido funciones ambientales mediante estrategias innovadoras que responden a los desafíos de este nuevo ámbito. Sin embargo, las acciones necesarias suelen ser complejas y de difícil aplicación debido a la naturaleza multifactorial de los delitos ambientales.

El rol de la Policía Nacional está en constante renovación, profunda y dinámica, impulsada por la evolución de los paradigmas delictivos. Esto implica modernizar sus métodos de intervención, actualizar su tecnología y fortalecer la capacitación de su personal. En los foros internacionales sobre derecho y desarrollo ambiental, se han destacado dos aspectos claves relacionados con la labor policial: la integración de la dimensión ambiental dentro de los conceptos tradicionales de seguridad y la promoción del involucramiento del estamento militar, aplicable también al ámbito policial, en la protección del entorno natural. Aunque la comunidad reconoce la labor especializada de la denominada “policía ecológica”, la seguridad ambiental forma parte integral de la seguridad ciudadana, abarcando la conservación de los recursos naturales y del medio ambiente. En consecuencia, la investigación de los delitos ecológicos requiere del respaldo técnico de laboratorios criminalísticos especializados y de la conformación de equipos policiales con formación multidisciplinaria y enfoque científico.

iii) Criminalística en la investigación de los delitos ambientales

La investigación criminal y criminalística aplicada al esclarecimiento de los delitos ambientales requiere la incorporación de técnicas y conocimientos científicos altamente especializados. Esto hace indispensable, por un lado, la capacitación continua y la actualización profesional del personal encargado de la investigación, en especial de quienes actúan directamente en la escena del delito. Estos deben poseer las competencias necesarias para la correcta toma de muestras, la identificación de especies protegidas, tanto de flora como de fauna, y la evaluación de los impactos ambientales, entre otras tareas fundamentales.

Por otro lado, resulta esencial contar con el respaldo de un laboratorio especializado en el análisis de evidencias, capaz de sustentar, con base científica, la existencia o no de un delito ambiental. Dicho laboratorio debe, además, brindar asesoramiento técnico, elaborar documentación especializada, resolver consultas y ofrecer formación sobre los procedimientos adecuados de recolección, conservación y custodia de muestras, conforme a las normas técnicas nacionales e



internacionales vigentes. Cabe destacar que una toma de muestra inadecuada puede invalidar los resultados analíticos, comprometiendo la validez de las pruebas y, en consecuencia, el éxito de toda la investigación.

iv) Importancia del medio ambiente

La investigación de los delitos contra el medio ambiente requiere una serie de acciones coordinadas en distintos niveles de intervención, las cuales varían según la naturaleza de la contaminación y el área afectada. Entre los principales focos de impacto se encuentran las plantas industriales, que liberan grandes volúmenes de contaminantes, especialmente gases tóxicos, los cuales se dispersan en el aire y son inhalados por las poblaciones cercanas, provocando diversas enfermedades respiratorias como alergias, asma, enfisema y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), entre otras.

Asimismo, los efluentes industriales contaminan los acuíferos, afectando ríos, mares y napas freáticas. Los derrames de productos químicos, como el mercurio, los derrames de petróleo en los mares y ríos, así como los almacenes de minerales y la producción de fertilizantes, representan graves fuentes de contaminación ambiental. Estos procesos alteran de manera significativa los ecosistemas, generando suelos áridos, deforestación y fuentes de agua contaminadas.

v) Inspección criminalística en los delitos contra el medio ambiente

Al iniciar y desarrollar una investigación en la escena del crimen, resulta fundamental estructurar y aplicar de manera organizada los conocimientos científicos para la búsqueda, identificación y documentación de todas las evidencias físicas relacionadas con el hecho delictivo. Para evitar errores y garantizar la validez de los resultados, es recomendable emplear métodos rigurosos de observación y registro del lugar de los acontecimientos.

En el ámbito de las investigaciones ambientales, como en el caso de un derrame químico en una planta industrial que contamina con sus efluentes, el análisis del suceso debe abordarse con una perspectiva científica y bajo la responsabilidad de especialistas. Los estudios físico-químicos y biológicos constituyen pruebas esenciales que permiten reconstruir los hechos y establecer la verdad de manera objetiva. Estos análisis deben organizarse de forma cronológica y sistemática, a fin de identificar con precisión los fenómenos implicados en el evento investigado.

vi) Muestras ambientales para estudio de interés criminalístico:

- Aguas: potables, de ríos, lagos, de riego, de mar y de relaves.
- Afluentes líquidos: domésticos, mineros, industriales.
- Residuos sólidos: orgánicos e inorgánicos
- Aire: de ambientes cerrados y abiertos
- Especímenes de la flora y fauna (Brathwaite, 2017).



Figura 191
Residuos industriales



Nota. Inadecuada disposición de residuos industriales generando efluentes que contaminan el medio ambiente. Capturas fotográficas de inspecciones biológicas realizadas por peritos biólogos de la DIRCRI PNP.

Figura 192
Aguas residuales



Nota. Riego de cultivo con aguas residuales, constituyen un riesgo de enfermedades para los consumidores. Capturas fotográficas de inspecciones biológicas realizadas por peritos biólogos de la DIRCRI PNP.



Figura 193
Zona árida deforestada



Nota. Aguas contaminadas por relaves mineros ocasionando destrucción de la flora y fauna local. Capturas fotográficas de inspecciones realizadas por peritos biólogos de la DIRCRI PNP.

Figura 194
Impacto negativo en el medio



Nota: Deforestación por relaves mineros. Capturas fotográficas de inspecciones realizadas por peritos biólogos de la DIRCRI PNP.



Figura 195*Exposición de material contaminante*

Nota. Presencia de residuos sólidos provenientes de la minería ilegal generando contaminación en el medio ambiente. capturas fotográficas de inspecciones realizadas por peritos biólogos de la DIRCRI PNP.

(1) Recurso Agua

La evaluación biológica y microbiológica del agua reviste una importancia fundamental, especialmente en el campo de la biología forense, donde su uso o consumo puede representar un riesgo para la salud o el medio ambiente. Las propiedades del agua varían según su fuente y los factores bioestacionales, los cuales inciden directamente en su calidad e inocuidad. Asimismo, los distintos usos y aplicaciones del recurso determinan características particulares. Por ejemplo, la calidad del agua difiere dependiendo de si está destinada al consumo humano o al sostenimiento de especies hidrobiológicas, entre otros fines.

Cada tipo de calidad se establece mediante parámetros específicos, mientras que las medidas de preservación e inocuidad buscan mantener dichos valores dentro de los rangos aceptables para cada caso. En este contexto, las interacciones biológicas desempeñan un papel esencial en la determinación de la calidad del agua desde su origen hasta su uso final, sin dejar de lado la influencia de posibles contaminaciones químicas que puedan alterar su estado.

(2) Recolección, conservación y envío de evidencias de aguas

(a) Muestras para análisis microbiológico

La recolección de muestras de agua requiere una atención rigurosa, ya que la porción seleccionada debe representar fielmente el material objeto de estudio. Una manipulación inadecuada puede provocar alteraciones químicas o biológicas, e incluso contaminación, antes de su procesamiento en el laboratorio. Estas variaciones pueden distorsionar los resultados y conducir a interpretaciones erróneas. Esta precaución cobra especial relevancia en los análisis microbiológicos, dado que los microorganismos son altamente sensibles a cualquier cambio en sus condiciones naturales de vida.



(b) Envases para la recolección de muestras

Los frascos empleados deben ser de vidrio neutro o plástico no tóxico, esterilizables, de boca ancha y con tapa hermética que impida derrames y la entrada de contaminantes ambientales.

Figura 196

Fuente de agua contaminada



Nota. Perito biólogo, realizando la toma de muestra de aguas contaminadas in situ, para posterior análisis microbiológico en el Laboratorio de Microbiología de la DIRCRI PNP.

Se recomienda utilizar botellas de plástico fabricadas con polipropileno o policarbonato, materiales que resisten el proceso de autoclavado. Asimismo, es preferible que sean de boca ancha, ya que esto reduce el riesgo de contaminación durante la toma de muestras.

(3) Criterios que se deben tener en cuenta para realizar el muestreo

(a) Agua potable

Las botellas destinadas al muestreo de agua potable deben contener, antes de su esterilización, una cantidad adecuada de tiosulfato de sodio que permita neutralizar los restos de cloro. De este modo, se evita que el cloro continúe ejerciendo su acción bactericida y se conserva la posibilidad de detectar microorganismos indicativos de una posible contaminación (Calidad del agua, n.d.). Cada botella en la cual se toma aproximadamente 250-500 ml de agua, debe contener 0.1 ml de una solución al 1.8 % de tiosulfato de sodio.

(b) Aguas residuales domésticas o industriales

En el caso de aguas con altos niveles de iones metálicos pesados, se recomienda preparar los frascos de muestreo con un agente quelante, como el EDTA (ácido etilendiaminotetraacético), a una concentración de 372 mg/L o con 0,3 ml de una solución al 15 % por cada 100 ml de muestra, además del tiosulfato de sodio. La cantidad total del agente no debe superar los 0,5 ml por frasco. Para su manipulación, es indispensable utilizar guantes resistentes a sustancias abrasivas y ácidos, mascarilla y demás equipos de protección personal adecuados.





(4) Métodos de muestreo

(a) Para muestras de sistemas de distribución de agua

- Abra el caño y deje correr el agua durante aproximadamente cinco minutos para eliminar posibles impurezas acumuladas en las tuberías.
- Regule el flujo de agua para evitar salpicaduras fuera del frasco.
- Retire la tapa del frasco de forma aséptica, tomando todas las precauciones necesarias para prevenir la contaminación de la muestra con los dedos u otros objetos.
- Mantenga el frasco en posición vertical bajo el caño, sosteniéndolo por la base, y llénelo solo hasta el 75 % de su capacidad, dejando un espacio libre de 2,5 a 5 cm.
- Cierre el frasco con cuidado, luego sélalo y embálelo adecuadamente para su transporte y análisis.

(b) Para muestras que se obtienen de pozos

- Cuando la muestra proviene de un pozo con bomba manual, se debe dejar fluir el agua durante cinco minutos antes de recolectarla, permitiendo que caiga directamente en el frasco sin salpicaduras. Si el pozo opera con bomba o motor, la muestra debe tomarse antes de que el agua ingrese al tanque o cisterna.
- En el caso de pozos de funcionamiento continuo, bastará con dejar correr el agua durante tres minutos antes de la toma de muestra. Sin embargo, si el pozo ha estado fuera de servicio, es recomendable dejar fluir el agua por al menos treinta minutos para eliminar la que permanece almacenada en el conducto de aspiración, y posteriormente proceder con la recolección.

(c) Para muestras de lagos, lagunas, ríos, arroyos y piscinas.

Se debe considerar, en primer lugar, la elección del punto de muestreo. Un error frecuente es recolectar agua desde la orilla, lo que puede incluir sedimentos del fondo y alterar los resultados del análisis. Por ello, se recomienda que los peritos se desplacen en bote para obtener una muestra representativa. En caso de no ser posible, se procederá del siguiente modo:

Tras destapar el frasco con las debidas precauciones, este se sujeta con una pinza de brazos largos, con las manos o mediante un cordel, y se sumerge rápidamente a una profundidad aproximada de 15 a 20 cm por debajo de la superficie. La boca del frasco debe orientarse en sentido opuesto a la corriente natural, manteniéndolo en posición horizontal. En estanques, lagos o reservorios, se recomienda mover el frasco en un arco semicircular de derecha a izquierda. Una vez lleno, se retira de inmediato y se tapa cuidadosamente (Brathwaite, 2017).

(d) Para muestras de profundidad

Este tipo de muestreo requiere el uso de equipos adecuados, como muestreadores específicos, botes o lanchas, dispositivos de seguridad y vestimenta apropiada (por ejemplo, chalecos salvavidas).



Cuando el acceso al punto de muestreo resulte difícil o implique riesgos, y no sea posible llegar de manera directa, se podrá realizar la toma de muestra utilizando cordeles en buen estado. Para ello, se destapa el frasco, se lanza en posición invertida y luego se extrae mediante el cordel. Finalmente, se elimina el exceso de agua y se cierra herméticamente el frasco, evitando así la posible contaminación de la muestra (Brathwaite, 2017).

(5) Datos del rotulado y planilla de información del muestreo de aguas

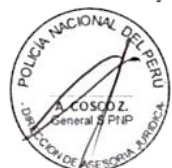
Los datos que deben registrarse al rotular o etiquetar las muestras de agua destinadas al laboratorio son los siguientes: identificación del punto de muestreo, procedencia (afluente, río, pozo, entre otros), número de muestra, fecha y hora de recolección, volumen enviado, profundidad de toma, temperatura, valor de pH, nombre y firma de la persona responsable del muestreo, observaciones sobre las condiciones del entorno en el punto de recolección, indicación de si la muestra contiene o no preservantes.

Asimismo, debe elaborarse una ficha de información complementaria que detalle las características de las muestras enviadas, considerando los siguientes aspectos:

- Identificación de la muestra.
- Fecha y hora de recolección.
- Lugar de extracción: grifo de la red de distribución, salida de tanque, cañería ascendente del pozo, aguas superficiales u otros (especificar).
- Origen subterráneo (pozo): indicar antigüedad, profundidad, nivel freático, uso (continuo o fuera de servicio), presencia de antepozo y distancia a depósitos orgánicos o inorgánicos.
- Grifo de distribución: señalar si es de uso frecuente o esporádico, y si se encuentra conectado a un tanque.
- Agua superficial: especificar la fuente y la existencia de posibles descargas cloacales o industriales.
- Otros datos relevantes: si el agua ha causado problemas de salud, si la zona fue afectada recientemente por inundaciones, y la fecha de la última desinfección con compuestos clorados

(6) Transporte y preservación de muestras de agua

El tiempo de transporte y las condiciones de preservación de las muestras son factores críticos, pues de nada serviría un muestreo cuidadoso si estas se deterioran durante su traslado, favoreciendo el crecimiento microbiano presente al momento de la recolección. En el caso de muestras de agua, el transporte hasta el laboratorio no debe superar las ocho horas. Además, deben mantenerse refrigeradas entre 4 °C y 10 °C para preservar su integridad hasta el análisis (Brathwaite, 2017).



3.2.7. Contabilidad forense⁹

1) Historia

A lo largo de la historia, la administración de justicia ha requerido herramientas técnicas que permitan sustentar, con objetividad, la veracidad de los hechos. En este contexto, las ciencias forenses han evolucionado como apoyo fundamental para jueces, fiscales y demás autoridades encargadas de la investigación y resolución de casos complejos. Entre estas disciplinas, destaca la contabilidad forense, la cual ha cobrado significativa relevancia frente al incremento de delitos económicos, financieros y actos de corrupción en la función pública. Este tipo de criminalidad demanda un enfoque técnico, riguroso y especializado, capaz de identificar, analizar y sustentar evidencia contable en el marco de procesos judiciales y administrativos. Según Latinitium (2025), la palabra forense proviene del latín *forensis*, “*perteneciente al mercado o foro, público*”, cuando la acusación, argumentación y pruebas de un crimen requerían ser presentadas en un foro ante personas notables, para que éstas determinaran el veredicto. Posteriormente, como disciplina formal tomó forma en el siglo XX, especialmente en países como Estados Unidos y Reino Unido y su desarrollo se aceleró con la creciente complejidad de los sistemas financieros y la sofisticación de los delitos económicos, contextualmente en el auge de las corporaciones y la globalización.

A partir de los años ochenta, los grandes escándalos corporativos y financieros evidenciaron la necesidad de contar con especialistas capaces de analizar, interpretar y presentar información contable con validez probatoria ante tribunales. Esto consolidó a la contabilidad forense como una herramienta esencial en la investigación de delitos contables y financieros, tal como son los fraudes, el lavado de activos y la corrupción de funcionarios. Hoy en día, la contabilidad forense es una especialidad reconocida a nivel mundial, con profesionales que combinan conocimientos contables, legales y de auditoría para aportar pruebas sólidas en procesos judiciales y administrativos.

En la actualidad, la contabilidad forense se ha consolidado como una disciplina especializada de alto valor estratégico en la lucha contra los delitos económicos y financieros. Su evolución histórica ha dado paso a un enfoque técnico cada vez más sofisticado, en el que convergen conocimientos contables, auditoría, derecho penal y técnicas de investigación. Hoy, los contadores forenses desempeñan un rol clave en la detección, análisis y sustentación de hechos económicos irregulares, aportando pruebas en procesos judiciales, fiscales y administrativos.

2) Definición

En el marco de la investigación criminal, la sinergia entre diversas disciplinas es esencial para desentrañar delitos y llevar a los responsables ante la justicia. Dentro de este espectro multidisciplinario, la contabilidad forense emerge como una herramienta indispensable en la criminalística, especialmente para la Policía Nacional del Perú. Esta disciplina combina principios contables con técnicas investigativas para analizar y detectar delitos financieros, aportando pruebas contundentes en procesos judiciales a través de estudios técnico científico.

Patarroyo (2015) da a conocer que la contabilidad forense surge con los intentos de detectar y prevenir fraudes. Por su parte, Crumbley et al. (2015), definen “la contabilidad forense es una combinación de habilidades contables, de auditoría e investigación, utilizadas para analizar e interpretar hechos

⁹ Redactado por: May. S. PNP Miguel Grimaldo Reyes Clemente; May. S. PNP Miguel Ángel Alvites Lévano y SS PNP Pedro Martín Gómez Mejías

financieros en escenarios legales”. Esta definición subraya la naturaleza híbrida y especializada de la contabilidad forense, que no solo se limita al análisis de cifras, sino que también interpreta la evidencia para convertirla en prueba válida en litigios.

Asimismo, como señala Reinoso (2010), la auditoría forense evalúa e investiga con fundamento en la lógica de la evidencia material y de la prueba procesal, centrándose en el hecho ilícito y en la mala fe de las personas, basada en la aplicación del conocimiento relacionado con los dominios de lo contable como: información financiera, contabilidad, auditoría y control; participando activamente en el conocimiento relacionado con investigación financiera, cuantificación de pérdidas y ciertos aspectos de ley que van a servir como fuente de evidencia orientada a las cortes legales ya sean penales o civiles. Por otro lado, Saccani (2010), señala que la “contabilidad forense” se encarga de detectar indicios y desenterrar evidencias de fraudes corporativos o actos de corrupción en entes privados o públicos, al revisar los libros contables, los balances y las facturas de una compañía.

En particular, la contabilidad forense se especializa en el examen detallado de transacciones financieras y no financieras, con el objetivo de identificar irregularidades como fraudes, lavado de activos, malversaciones; así como, el análisis técnico de contrataciones públicas en todos los niveles de gobierno. A diferencia de la auditoría, la contabilidad forense profundiza en la búsqueda de evidencias de actividades ilícitas, proporcionando análisis que son fundamentales en procedimientos legales. Y como parte de su contribución y su evolución en la gestión pública, la especialidad de contabilidad forense aporta diferentes conceptos.

3) Importancia

La experiencia nacional resalta la importancia de fortalecer las capacidades investigativas en el ámbito forense contable, por lo que sus métodos y procedimientos periciales permite desarrollar estudios con base científica, sujetos a una metodología estandarizada, asegurando que las investigaciones criminales se realicen con criterios de objetividad, transparencia, precisión técnica y de evidencia contable-financiera para su debida sustentación ante los operadores de justicia. El enfoque especializado en la evaluación técnica y objetiva de la información contenida en documentos contables y financieros, permite identificar y esclarecer delitos contra la administración pública, tales como corrupción de funcionarios, fraudes, lavado de activos, entre otros ilícitos de naturaleza patrimonial. De esta manera, la contabilidad forense se consolida como una herramienta fundamental en la búsqueda de la verdad y en el soporte técnico de las investigaciones y procesos judiciales vinculados a estos hechos.

Dentro del sistema judicial y penal peruano, existen diferentes entidades especializadas en la lucha contra los delitos económicos y financieros. Entre las más relevantes se encuentran, el Ministerio Público, a través de fiscalías especializadas en delitos de corrupción de funcionarios, de lavado de activos; la Contraloría General de la República, encargada de detectar y documentar irregularidades en el uso de los recursos públicos mediante auditorías y control concurrente; la Unidad de Inteligencia Financiera (UIF), que analiza operaciones sospechosas y emite reportes de inteligencia financiera sobre posibles delitos de lavado de activos; la Policía Nacional del Perú, mediante la Dirección de Investigación Criminal (DIRINCR) y sus unidades desconcentradas a nivel nacional, que ejecutan diligencias policiales y técnicas de investigación; la Procuraduría Pública Especializada en Delitos de Corrupción, que representa los intereses del Estado en los procesos penales y el Poder Judicial, que garantiza el debido proceso y emite resoluciones con base en pruebas, muchas de las cuales se sostienen sobre la base de peritajes contables forenses.



En particular, la especialidad de contabilidad forense de la Policía Nacional del Perú marca un paso importante en el fortalecimiento de las investigaciones sobre delitos económicos y financieros. El cual permite una articulación operativa efectiva entre los peritos contables forenses y las demás unidades especializadas en investigación criminal, generando un flujo eficiente de información y una coordinación óptima en la elaboración de estudios periciales. Por lo tanto, la contabilidad forense ha evolucionado de ser una herramienta auxiliar para convertirse en un componente estratégicamente central en la lucha contra el crimen en los delitos financieros y contra la administración pública. Su contribución a la detección, análisis y documentación de actividades ilegítimas ha fortalecido las investigaciones criminales, logrando avances en casos emblemáticos y aumentando la responsabilidad.

4) Actividad pericial

Es una actividad contable que comprende la investigación de asuntos económicos, financieros o empresariales sobre la base de hechos o transacciones, documentos, registros, valoración, entre otros; solicitados como medios de prueba documental o pericial en el ámbito judicial. Si en el desarrollo de la actividad pericial contable identifica una acción que afecta derechos reales (patrimonio), no debe en ninguna circunstancia investigar la conducta fraudulenta, ni tampoco hacer referencia de ello en su informe pericial contable; deberá hacerlo de manera formal mediante medio escrito al ente requirente, ya que existe una modalidad de conducta que escapa de su competencia (Asociación Interamericana de Contabilidad – AIC, 2025)

Es la actividad realizada por el contador público de probada y comprobada experiencia, por mandato judicial, disposición fiscal y necesidad administrativa, para verificar, probar y comprobar, hechos u objetos de naturaleza financiera, económica y contable de carácter discrepantes, controversiales y/o desconocidos, sobre los que emite su opinión fundada o sustentada con teorías contables, financieras y ciencias afines para ilustrar a los administradores de justicia, con el objetivo de tomar una mejor decisión. En efecto, la contabilidad Forense tiene como finalidad desarrollar una serie de actividades técnico-especializadas que permitan brindar soporte e información útil a la labor investigativa del Poder Judicial, Ministerio Público y la Policía Nacional del Perú, en la lucha contra delito relacionado con la corrupción de funcionarios, lavado de activos, defraudación patrimonial, entre otros.

En atención a los requerimientos encomendados por el sistema de justicia, la labor pericial y/o actividades periciales se enmarca desde el análisis documental de índole contable recopilado por los operadores de justicia, aplicando una metodología analítica y descriptiva de investigación científica en un periodo de tiempo dado, con orden lógico y dentro del marco normativo vigente; asimismo, verifica y contrasta la información con los portales de acceso público, identificando los principales elementos de juicio obrantes en los actuados que conllevan a demostrar objetivamente o desvirtuar hechos que permitan determinar transacciones sospechosas.

Dentro de las actividades periciales contables, destaca:

a) Pericia contable en el delito contra la administración pública

En los delitos contra la administración pública, proporciona análisis técnicos y evidencia fundamental para precisar la existencia de irregularidades financieras y responsabilidades. Para ello, el contador público examina documentos y registros financieros para identificar posibles fraudes, malversaciones, o cualquier otra actividad ilícita que afecte los fondos públicos.

Esta actividad pericial implica la aplicación de conocimientos y técnicas contables para analizar y evaluar la información financiera relacionada con la gestión pública. Así, el perito contable, designado



por el juez o el fiscal titular de la investigación preliminar, examina documentos, registros, estados financieros y cualquier otra evidencia relevante para determinar si ha habido un manejo indebido de los fondos públicos, debiendo de verificar y asegurarse la autenticidad de los mismos.

En tal sentido, la pericia contable permite:

- i) Determinación de la existencia de delitos: la pericia contable contribuye a determinar si se han cometido delitos como peculado, malversación, concusión, entre otros; mediante la identificación de irregularidades financieras y la cuantificación del daño patrimonial.
- ii) Identificación de autores del delito: al analizar los registros contables, la pericia puede contribuir a identificar la responsabilidad de los funcionarios públicos o terceros responsables de las irregularidades.
- iii) Prueba en procesos judiciales: el informe pericial contable se constituye en la prueba pericial que debe aportar elementos objetivos y técnicos que demuestre que el perito contable no tiene conflictos de interés en la investigación, así como no tener prejuicios o sesgos que puedan influir en sus conclusiones, para que el juez pueda tomar decisiones que lo ayuden a identificar a los responsables y así resolver un caso de forma transparente en un proceso judicial.
- iv) Transparencia y rendición de cuentas: la pericia contable contribuye a la transparencia y la rendición de cuentas en la gestión pública, al develar actos de corrupción y garantizar el otorgamiento de elementos de prueba para que los responsables sean sancionados.

b) Pericia contable en el delito de lavado de activos

La pericia contable en el delito de lavado de activos se constituye en un medio probatorio fundamental en la comisión del delito de lavado de activos, ya que permite determinar la procedencia del dinero y a identificar el origen ilícito de los bienes. En ese contexto, analiza documentación contable y financiera que permita rastrear los movimientos de dinero o activos sospechosos para determinar su origen y destino de un individuo o empresa, para verificar la coherencia de sus transacciones y el posible desbalance patrimonial.

La pericia contable en este contexto debe incluir:

- i) Análisis del flujo de efectivo: se evalúan las transacciones bancarias y movimientos de dinero para identificar patrones poco usuales o sospechosos, que no se ajustan a los patrones normales de comportamiento financiero de un individuo o empresa.
- ii) Evaluación de la documentación contable: se analizan estados financieros, libros contables, facturas y otros documentos para verificar su autenticidad y pertinencia.
- iii) Determinación de la procedencia de los fondos: indagación sobre la procedencia de los fondos investigados; si provienen de actividades ilegales o delitos precedentes.
- iv) Identificación de desbalances patrimoniales: se establece un cuadro comparativo del patrimonio declarado con los ingresos y egresos para detectar posibles diferencias injustificadas.

c) Pericia contable en los delitos contra el patrimonio

Esta actividad pericial contable es una herramienta crucial en la investigación de delitos contra el patrimonio, pues permite determinar el impacto económico del accionar delictivo y determinar el perjuicio causado. El propósito es precisar si hay un incremento injustificado del patrimonio, un desfalco, un daño patrimonial o cualquier otra irregularidad que pueda constituir un delito.





En los delitos contra el patrimonio, la pericia contable implica:

- i) Revisión y análisis de documentación: se analizan registros contables, estados financieros, contratos, facturas, entre otros documentos relevantes para reconstruir los hechos y precisar el flujo de dinero o bienes.
- ii) Cuantificación del perjuicio: se estima el monto del daño ocasionado a la víctima o al patrimonio; ya sea por robo, fraude, malversación, entre otros.
- iii) Determinación de la conexión con el delito: se establece cómo el delito afectó las finanzas de la víctima o del patrimonio afectado, y cómo el dinero o bienes fueron desviados o utilizados.
- iv) Elaboración del informe pericial: documento que expresa el detalle del análisis y conclusiones del perito contable.



3.2.8. Documentología forense¹⁰

1) Historia

La primera alusión a una falsificación de un documento público que cobrara relevancia es ubicada por los estudiosos del tema hacia el siglo V a. C., en Atenas, Grecia. Sin embargo, en las épocas del Imperio Romano, fue más común el uso de ardides con fines delictivos, tanto sobre monedas y testamentos, como sobre disposiciones del César. Tanto así que, en el año 78 a. C. fue promulgada por Lucio Cornelio Sila la “*Lex Cornelia de Falsis*”, donde establecía la comparación de escrituras cuando se sospechara la veracidad de un manuscrito, antecedente que fue considerado como una primitiva aprobación reglamentada del peritaje caligráfico, aunque el procedimiento era precario y poco fiable (Velásquez. 2004).

Con el inicio de la edad media, tras la caída del imperio a finales del siglo IV d. C., se detuvo la evolución de las ciencias jurídicas, sustituyéndose la prueba de testimonios y de comparación por la confesión del imputado, generalmente obtenida a partir de torturas. Durante este período, proliferaron los títulos nobiliarios falsos o adulterados, como así también, los privilegios reales y las bulas papales que, al no existir un método para diferenciar lo falso de lo verdadero, circulaban con total impunidad (Wallace, 1956).

Hacia el 1200, el rey de León y Castilla, Alfonso X “El Sabio”, elabora “El Libro de las Leyes” que más tarde pasaría a ser conocido como “Las Siete Partidas”: un cuerpo legal redactado con el fin de lograr uniformidad en la aplicación de la justicia en el reino. Alude en él, por primera vez, a las modificaciones de la escritura que no persiguen fines criminales o que fueran pensadas para engañar, sino a aquellas que se dan por obra del tiempo y la naturaleza en una misma persona: No es lo mismo la letra de una persona cuando es joven y sana, decía el rey, que cuando está viejo y enfermo. Enumera, además, normas para evaluar los escritos impugnados, erigiendo así los pilares de la profesión de perito en escrituras y documentos controvertidos (Velásquez, 2004). Con el perfeccionamiento de la imprenta de tipos móviles por Johann Gutenberg hacia mediados del siglo XV, se vio incrementada la circulación de libros y con ello, la divulgación del idioma escrito con beneficios culturales y comerciales, pero con la consecuencia negativa de la difusión de nuevas técnicas de falsificación y adulteración de documentos, que iban evolucionaban a medida que avanzaba la técnica.

Francia fue, sin duda, el origen de los más prestigiosos investigadores en el área documental, principalmente de corte grafo-psicológico. Basta citar los nombres de Michón, Crépieux-Jamin, Solange Pellat, Locard, etc. De esta escuela francesa nacen las demás de Europa, principalmente la inglesa con Saubert y Saudek, la alemana con Preyer, Meyer, Klages y Scheneickert, y la italiana, con Morelli, Andreani, Ottolenghi y Marchesan. Es de mencionar, que Jean-Hippolyte Michón, es considerado el padre de la grafología moderna porque fue él, junto a Desbarrolles, quien desarrolló el primer método de interpretación psicografológica. Por su parte, Wilhem Preyer, afirmó que la escritura era una manifestación de la actividad cerebral, y como tal, presenta características similares independientemente del órgano que la ejecuta; afirmación que unos años más tarde, Edmond Solange Pellat elevaría al grado de “ley de la escritura”, como se verá más adelante.

¹⁰ Redactado por: May. PNP Giovanna Del Carmen Castillo Falcón; Cap. PNP Cristian Adolfo Rivas Ccoicca; SB PNP Misael Julio Samaniego Huincho; ST2 PNP Claudia Rebeca Rodríguez Taype; S1 PNP Cristian Luis Ospino Granados y S1 PNP Marcela Pamela Vásquez Bravo.



También la fisiología hizo su aporte, de la mano del francés Hericourt, quien realiza investigaciones sobre la repercusión de los estados pasajeros de la personalidad en la escritura, centrando la atención en los movimientos reflejos y el automatismo, desde la perspectiva de su ciencia. Volviendo con el aspecto evolutivo de la forma de análisis de la escritura, merece la pena recordar la intervención de Jacques Ravenau y su obra "*Traité des inscriptions en faux*" donde consigna consejos para proceder al análisis comparativo de escrituras, dándole importancia a los trazos que las constituyen por encima de las semejanzas morfológicas del conjunto, que pueden ser imitadas y llevar a falsas apreciaciones.

Durante el pasado siglo XX, con la propagación y perfeccionamiento de las técnicas fotográficas, de la óptica, la informática, los estudios sobre fuentes alternativas de iluminación y su aplicabilidad a la cuestión documentológica, estudios químico-forenses, etc., también se fue mejorando, estructurando y elevando al adecuado nivel de erudición a la documentología y a los profesionales responsables.

2) Definición de documentología

El Diccionario de la lengua española trae dos acepciones para la palabra documento; la primera de ellas lo define como: "Escrito que proporciona información fiable sobre algo o que puede ser empleado para probar algo". La segunda, como "Cosa que sirve de testimonio o prueba de algún hecho".

Del Picchia (1993) define a la documentología como: "La disciplina relativa a la aplicación práctica y metódica de los conocimientos científicos, teniendo como objetivo verificar la autenticidad o determinar la autoría de los documentos". Por otro lado, Méndez (1994), define a la documentoscopia como "La técnica que trata de establecer, mediante una metodología propia, la autenticidad de escritos y documentos y determinar, cuando sea posible, la identidad, tal como lo definen varios autores".

De acuerdo a lo señalado por Serrano (1988), la documentología es el conjunto de estudios referentes a la observación y análisis de los escritos, de igual manera según lo señalado por Barberá (1988), señala que la documentología forense es la especialidad de la documentoscopia que se encarga del estudio de todo tipo de soportes documentales, mediante la aplicación de una metodología e instrumental adecuados, su finalidad es determinar la autenticidad o falsedad del documento analizado, y en el caso de evidenciar algún tipo de falsedad establecer en qué consiste, además de determinar las alteraciones o manipulaciones de que pueda haber sido objeto el soporte documental estudiado.

Aunque la voz documentoscopia sigue empleándose y poco a poco tiende a sustituirse por la de documentología, nombre de alcance más amplio, que se considera más apropiado y que también ha sido adoptado por la Organización Internacional de Policía Criminal, INTERPOL, para distinguir en general los peritajes sobre documentos cuestionados. Podemos señalar que la documentología facilita durante todo el proceso de la investigación científica la gestión de la información y la documentación interna del proyecto. Aunque esta actividad ha sido realizada tradicionalmente por los propios científicos, a medida que los equipos de investigación crecen y la actividad científica se institucionaliza y se organiza en redes de trabajo amplias y cohesivas, requiere cada vez más la concurrencia de profesionales especializados.

a) Definición de documentoscopia

El término documentoscopia se compone de dos raíces: una derivada del latín, *documentum* (que significa carta, escrito o documento) y otra del griego, *skopein* (que significa examinar u observar). Esto se traduce esencialmente como el examen o análisis de documentos escritos en general.

Las ciencias forenses son un eje transversal para el derecho; por lo tanto, definamos que, la palabra documentoscopia posee una formación dual, sus raíces provienen de la locución latina *documentum*,





que significa enseñar, mostrar, informar, testimoniar; y del griego Skopein, que significa observar, examinar, inspeccionar. De tal manera esta ciencia experimental, no sólo analiza un documento y sus medidas de seguridad (Lluch, 2010), sino también se dedica al estudio de todos aquellos textos que contienen manuscritos, incluida las firmas y sus rúbricas. La documentoscopia puede definirse como el examen detallado y completo que se realiza sobre un documento cuestionado, con el objetivo de establecer si es auténtico, falso o ha sido manipulado. Los resultados de este análisis se presentan mediante un dictamen pericial.

Alternativamente, la documentoscopia se describe como la disciplina técnica que facilita la observación, análisis y verificación exhaustiva de documentos. Este campo abarca el estudio de diversos elementos: los métodos de fabricación del papel o superficie de escritura, el diseño y formato del documento, las tintas utilizadas, las tecnologías de impresión, la composición de los instrumentos de escritura, los mecanismos de seguridad, las propiedades luminiscentes y otros componentes complementarios como logotipos, sellos, protectógrafos y plastificados.

Méndez (1994) define la documentoscopia como: La técnica que trata de establecer, mediante una metodología propia, la autenticidad de escritos y documentos y determinar, cuando sea posible, la identidad de sus autores. Del Picchia (1993), la define como “la disciplina relativa a la aplicación práctica y metódica de los conocimientos científicos, teniendo como objeto verificar la autenticidad o determinar la autoría de los documentos”.

b) Controversia en el uso de los términos

En la actualidad no existe un acuerdo entre los investigadores respecto de la denominación general que mejor convenga a la especialidad, siendo el vocablo documentoscopia el más consagrado y aceptado por los especialistas en el ámbito internacional, pero, aun así, al día de hoy siguen existiendo confusiones, dispersiones y restricciones en las denominaciones adoptadas por las instituciones de algunos países; es el caso de Alemania, que equívocamente denomina la disciplina como grafología; en España y en casi todos los países iberoamericanos, la denominación más generalizada es la pericia caligráfica, y en los países anglosajones no se utiliza una denominación específica, y se refieren a la materia con expresiones formadas con la palabra documento, por ejemplo: documentos cuestionados, documentos sospechosos, examen científico de documento, etc.

Velázquez (2004), manifiesta que, es más justificada la utilización del término documentología en lugar del de documentoscopia, pues, a su juicio, “El examen o estudio ‘del documento’ a secas, sería contentarse con un enunciado vago y tautológico, con algo muy alejado a lo que debe ser una definición científica”; y en su lugar define la documentología como “Un cuerpo estructurado de procedimientos científicos y técnicos aplicable a la investigación y demostración de la naturaleza, origen y condiciones específicas del documento escrito y a través de estas determinaciones, a la verificación de su autenticidad”.

3) Importancia de la documentología

La documentología, es la disciplina técnica científica, parte integral de la Criminalística General que aplica los métodos, técnicas, procedimientos y uso de equipos forenses, con la finalidad de determinar la autenticidad o falsificación de documentos, así como la autenticidad o falsificación y autoría de firmas y procedencias de manuscritos cuestionados. Su importancia radica en el sustento técnico-científico del análisis documental, que sirve como prueba pericial objetiva en un proceso penal.



4) Actividad pericial

a) Tipos de estudio:

- i) Autenticidad o falsedad de firmas, medias firmas y visto bueno o visé.
- ii) Autoría de firmas.
- iii) Procedencia de manuscritos.
- iv) Autenticidad, falsedad, adulteración o alteración de documentos de identidad.
- v) Autenticidad, falsedad, adulteración o alteración de documentos de crédito, financieros, títulos valores.
- vi) Autenticidad, falsedad, adulteración o alteración de documentos públicos y privados en general.
- vii) Autenticidad, falsedad, adulteración o alteración de documentos en marcas, patentes y registros de diversos tipos de envases y/o empaques.
- viii) Fraude en el documento: En las firmas, en el receptor, en el contenido, en las tintas y en el tiempo.
- ix) Procedencia de sistemas de impresión.
- x) Procedencia de estampados de sellos.
- xi) Procedencia de documentos fotocopiados.
- xii) Procedencia de textos mecanografiados.
- xiii) Autenticidad, falsedad, adulteración o alteración de placas de rodaje.
- xiv) Autenticidad, falsedad o adulteración de moneda nacional.
- xv) Autenticidad, falsedad o adulteración de moneda extranjera.

b) El Método científico en la documentología

En el campo forense, la documentología cumple una función esencial en la administración de justicia, al permitir determinar la autenticidad o falsedad de documentos involucrados en procesos judiciales. Para que sus conclusiones tengan validez técnica y jurídica, esta disciplina se sustenta en el método científico, garantizando así la objetividad, precisión y confiabilidad de los análisis periciales. Este ensayo aborda cómo se aplica el método científico en la documentología, resaltando su importancia en la elaboración del informe pericial.

El método científico es un proceso sistemático de investigación que permite obtener conocimientos objetivos a través de la observación, formulación de hipótesis, experimentación, análisis de resultados y conclusiones verificables. En la documentología, este método se aplica rigurosamente para estudiar documentos cuestionados o dudosos, en contextos penales, civiles o administrativos.

La primera fase es la observación, donde el perito en documentología forense examina el documento de manera integral, identificando posibles irregularidades o elementos sospechosos, como firmas dubitadas, tachaduras, alteraciones de tinta o anomalías en el soporte. A partir de esta observación se formula una hipótesis, por ejemplo, si una firma es auténtica o si un documento ha sido adulterado.

Seguidamente, se realiza la experimentación, que consiste en aplicar diferentes técnicas científicas y forenses, como la luz ultravioleta, infrarroja, luz visible, análisis microscópico, espectroscopía, análisis



homologativo y análisis físico de tintas, entre otros. Estas herramientas permiten recopilar evidencia objetiva que respalde o descarte la hipótesis inicial. Posteriormente, se analizan los resultados obtenidos, comparándolos con muestras auténticas y estándares conocidos. El objetivo es detectar patrones, coincidencias o discrepancias que permitan llegar a conclusiones técnicas claras. Finalmente, el perito formula una conclusión científica, la cual se presenta en el informe pericial documentológico, documento que tiene un alto valor probatorio ante las autoridades judiciales. Este proceso metódico asegura que el análisis no esté basado en opiniones personales, sino en evidencias comprobables, protegiendo así el debido proceso y evitando errores judiciales. Además, permite que otros peritos puedan replicar los resultados bajo las mismas condiciones, lo que garantiza la confiabilidad del informe pericial.

La aplicación del método científico en la documentología es indispensable para lograr un análisis documental preciso, objetivo y legalmente válido. Gracias a esta metodología, el perito puede emitir conclusiones fundamentadas que aporten a la verdad jurídica y a la correcta administración de justicia. En un contexto donde los documentos son piezas clave en los procesos legales, la ciencia documentológica se convierte en una herramienta de defensa de la verdad, sustentada en principios técnicos y científicos inquebrantables.

La aplicación del método científico en la documentología sigue las siguientes etapas:

i) Observación

- (1) Se examina visualmente el documento, identificando características generales y signos de posible alteración o falsificación.
- (2) Se observan elementos como: tipo de papel, tinta, impresión, firmas, sellos, tachaduras, cortes, etc.

ii) Formulación de hipótesis

El perito plantea posibles explicaciones sobre la autenticidad del documento o partes del mismo.

iii) Experimentación y análisis técnico

- (1) Se aplican técnicas científicas y forenses:
 - (a) Luz ultravioleta, infrarroja, luz visible.
 - (b) Análisis microscópico y espectroscópico.
 - (c) Comparación de firmas y escrituras (grafoscopia).
 - (d) Estudio de soportes documentales y tintas.
- (2) Se analizan muestras comparativas con herramientas especializadas (microscopios, comparadores ópticos, escáneres, etc.).

iv) Resultados

Se recopilan los resultados obtenidos tras el análisis técnico, los cuales permiten confirmar o rechazar la hipótesis inicial.





v) Conclusiones

- (1) El perito formula conclusiones científicas objetivas, sustentadas en los resultados de los análisis.
- (2) Estas conclusiones se incluyen en el informe pericial documentológico, que servirá como prueba técnica en el proceso judicial.
- (3) El matiz científico de experticia documentológica, también se basa en principios científicos, que son los hechos incontrovertibles que aceptan como máximas de las cuales, se desprenden la aplicación de técnicas y tecnologías, que han sido comprobadas a través del tiempo y no han podido ser desvirtuadas de una manera seria. El principio de transferencia: cuando dos objetos entran en contacto hay un intercambio de materia, aún más cuando estos objetos están diseñados para ello (examen de sellos).
- (4) Nadie puede imitar la escritura de otra persona, ni disimular la suya propia sin que surjan en el acto características propias de la escritura del imitador o de quien la oculta (Individualidad de Firmas).
- (5) Toda sustancia tiene una reacción que le es propia ante una radiación de lumínica (comparación de tintas).
- (6) Todo mecanismo, deja rastros en las muestras que producen (examen de impresos fotocopias mecanografiados).
- (7) Movimiento individual: nunca dos mecanismos se comportan de igual manera.
- (8) Principio del daño: nunca dos objetos se desgastan o se rompen de igual manera.
- (9) Todo mecanismo deja una huella individualizante en la copia que se realizó.

A su vez, los autores españoles Francisco Antón Barbera y Francisco Méndez Baquero, en su obra "Análisis de textos manuscritos, firmas y alteraciones documentales", afirman que todo proceso de análisis debe ser sistemático, ordenado, preciso y lógico. En el estudio de manuscritos esta exigencia se hace, si cabe, más necesaria si queremos dotar a los informes del rigor y validez adecuados.

Según los citados autores, el proceso de análisis de firmas y manuscritos, está conformado por las siguientes fases:

- (1) Obtención de copias fotográficas ampliadas.
- (2) Estudio por separado de los documentos dubitados e indubitados.
- (3) Determinación del grado de idoneidad de las piezas sometidas a dictamen.
- (4) Examen instrumental.
- (5) Grafonomía.
- (6) Análisis comparativo.
- (7) Valoración.
- (8) Conclusiones.

Los métodos expresados por estos estudiosos, resultan aportes de suma importancia; empero, en el ámbito de la labor pericial realizada en la especialidad de documentología forense de la Dirección



de Criminalística de la PNP, resulta pertinente enunciar una metodología de análisis pericial, asociada a la investigación científica, que se puede aplicar a toda la tipología de estudios documentológicos, de tal manera que el informe pericial resultante de dicho proceso, se constituya en un elemento de valoración eficaz en la administración de justicia, permitiendo que la autoridad que conozca del caso (jueces, fiscales, policías, abogados, peritos, etc.), pueda verificar, en forma objetiva, clara e inequívoca, las mismas fases metodológicas empleadas por el perito, con la finalidad de formar un razonamiento que sea coherente con sus conclusiones.

c) Campos de estudio de la documentología

- i) Análisis de documentos.
- ii) Análisis de firmas y manuscritos.
- iii) Análisis de moneda nacional y extranjera.

d) Análisis de documentos

i) Documento

El término documento deriva de la raíz latina *docere*, cuyo significado es instruirse o informarse sobre algo. Según las definiciones del diccionario, un documento constituye un "diploma, carta, escrito o cualquier otro tipo de texto que proporciona información sobre algún hecho, especialmente de naturaleza histórica, o cualquier elemento que sirve para ilustrar o verificar algo".

De acuerdo a la normativa peruana, específicamente en el Capítulo V, artículo N° 233 del Código Procesal Civil, implementado mediante Decreto Legislativo N° 768, se define documento como *cualquier escrito u objeto que sirve para verificar un hecho*. Adicionalmente, el artículo N° 234 del mismo código especifica que se consideran documentos:

"Los textos escritos, tanto públicos como privados, material impreso, fotocopias, mapas, ilustraciones, fotografías, radiografías, grabaciones cinematográficas y otras representaciones de audio o video, recursos telemáticos en general y diversos objetos que capturen, contengan o representen algún hecho, o una actividad realizada por personas o el resultado de ésta".

Basándonos en lo establecido por la legislación civil peruana, podemos interpretar que un "documento forense" es aquel documento público, privado o cualquier objeto, ya sea original o reproducción, que contiene signos, símbolos, elementos gráficos o reproducciones audiovisuales que evidencian hechos o mensajes conceptuales sujetos a análisis criminalístico. Es evidente, por tanto, que cuando nos referimos al documento forense, estamos aludiendo a la autenticidad o falsedad del documento desde la perspectiva criminalística, es decir, al esclarecimiento de la verdad mediante técnicas grafotécnicas y documentoscópicas.

ii) Partes del documento

(1) Receptor

Es todo aquello que recibe o recepta; lo constituye cualquier tipo de soporte, que generalmente es papel; pero también puede ser un trozo de cartón, una pared de un inmueble, luna de parabrisas, tela, entre otros.

(2) Texto

Lo escrito por un autor, todo lo que se dice en el cuerpo de un documento.



(3) Firma

Es el diseño gráfico que escoge una persona, para identificarse ante los demás. La firma también puede considerarse como un elemento constitutivo del documento, habitualmente ubicado en la parte final del mismo, que valida o confirma el contenido expresado en el texto que la antecede.

(4) Tiempo

Parte intangible del documento; es la que guarda relación con la data de elaboración que ostenta el instrumento.

iii) Clasificación de los documentos

(1) Según su autenticidad

(a) Documento auténtico

Según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua, la palabra "auténtico" se define como "acreditado como cierto y verídico por los caracteres, requisitos o circunstancias que lo acompañan". Un documento auténtico es aquel que demuestra su veracidad y coherencia en cuanto a la fecha, autor o firma a la que se le atribuye, así como en sus demás elementos constitutivos, como la integridad material o la superficie sobre la que se escribe, el formato (que incluye el diseño del documento, tramas, tonalidades cromáticas, márgenes y alineación), el texto o contenido ideológico y la firma. En otras palabras, el documento debe estar libre de alteraciones fraudulentas.

(b) Documento falso

Aquel que en todas sus partes constitutivas carece de autenticidad.

(c) Documento adulterado

Cuando existe modificación dolosa en cualquiera de las partes del documento.

(d) Documento alterado

Documento que sufre modificaciones en su contenido por influencia de factores externos, tales como por acción de sustancias líquidas, por la humedad, por las continuas manipulaciones, por errores involuntarios (manuscritos y otros), etc.

(2) Según su realización

(a) Manuscritos

Textos que está escritos a mano preferentemente.

(b) Impresos

Textos, formatos o formularios que han sido elaborados y reproducidos en forma antelada a la redacción de sus complementos.

(c) Mecnografiados

Textos o escritos que han sido realizados con máquina de escribir. La mecanografía se describe también como la habilidad artística de utilizar una máquina de escribir, con el objetivo de producir textos de manera veloz, limpia y precisa.



(3) Según su singularidad

(a) Originales

Que no es una réplica o copia.

(b) Reproducciones

Réplicas de textos o documentos originales.

(4) Según los sujetos que intervienen en la redacción

(a) Documentos públicos

Son aquellos validados por notarios o funcionarios públicos autorizados, cumpliendo con las formalidades legales establecidas. Esta categoría engloba instrumentos notariales, documentos de carácter judicial y administrativo. Se incluyen bajo esta clasificación los documentos de origen privado que se incorporan a un expediente oficial; asimismo, los procedimientos judiciales y escritos particulares que se anexan, la licencia de conducir que va más allá de su función identificativa básica, de manera similar a la tarjeta para el examen de conducción o el propio documento nacional de identidad (DNI).

(b) Documentos privados

Conocidos por su naturaleza subsidiaria, que no se clasifican como públicos, oficiales ni comerciales. Pueden conceptualizarse como escritos que registran compromisos civiles orientados a la circulación en el ámbito jurídico. En esta categoría también se incluyen aquellos instrumentos que establecen o demuestran derechos entre las partes interesadas, o que certifican y plasman sucesos con significativa importancia legal.

(c) Documentos de comercio o mercantil

Se consideran como tales aquellos instrumentos que, conforme al Código de comercio, documentan derechos y obligaciones de naturaleza comercial o funcionan con validez jurídica para verificar unos u otros: cheques, letras de cambio, pagarés, certificados de depósito (warrants), documentos de embarque, cheques de viajero, contratos de seguro, el certificado internacional de seguro para vehículos (carta verde), entre otros.

(d) Documentos oficiales

Son aquellos emitidos por funcionarios públicos durante el desempeño de sus responsabilidades laborales, con el propósito de atender requerimientos o facilitar aspectos relacionados con el servicio público. Representan una categoría específica de documentos públicos con la cual la jurisprudencia los equipara.

iv) Estudio de los elementos constitutivos del documento

(1) Receptor

Los contenidos manuscritos o impresos pueden plasmarse en diferentes superficies, siendo el papel la más utilizada. Este consiste en una fina lámina fabricada a partir de pasta de fibras vegetales que son trituradas, blanqueadas, diluidas en agua, secadas y posteriormente endurecidas hasta formar pulpa de celulosa. Habitualmente se incorporan componentes como polipropileno o polietileno para conferirle diversas propiedades. Las fibras permanecen unidas mediante conexiones por puente de hidrógeno. La forma más común de este material también



se conoce como papel, hoja o folio, presentándose como una delgada lámina que se categoriza según su gramaje (propiedad que se define como el peso por unidad de área "g/m²").

(a) Clasificación del papel

(i) Según el gramaje

El gramaje es el espesor del sustrato expresado en gramos sobre metros

(ii) Según el tamaño

1. Papel: 7 a 150 g/m²
2. Cartulina: 150 a 450 g/m²
3. Cartón: 450 g/m² en adelante

El pliego de papel fabricado posee una superficie de 1 metro cuadrado, y las dimensiones de sus lados mantienen una proporción específica que permite que, cuando se divide por la mitad en su lado más largo, cada porción resultante conserva la misma relación proporcional entre sus lados que el pliego inicial.

La hoja de tamaño 1 metro cuadrado se denomina A0, y las sucesivas divisiones que disminuyen su área a la mitad de la anterior reciben consecutivamente las denominaciones A1, A2, A3, A4, A5, A6... Esta nomenclatura indica el número de divisiones realizadas desde el pliego original, permitiendo identificar su designación o estimar su área total.

Tabla 12

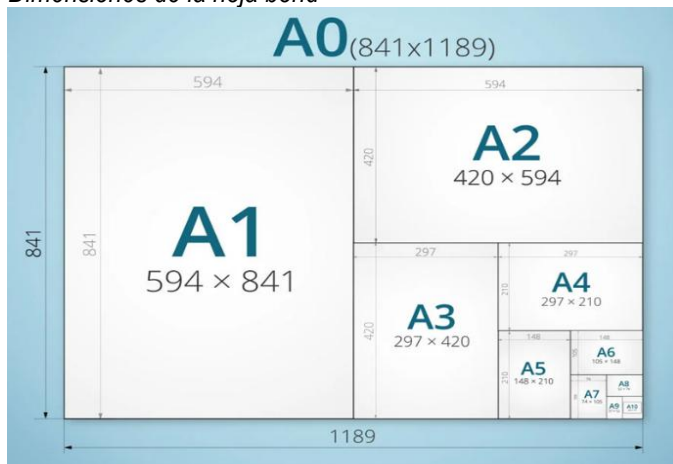
Tamaños de papel desde A0 a A10

Tamaño	Alto x ancho (mm)	Alto x ancho (pulg)
4A0	2378 x 1682 mm	93,6x66,2 pulg
2A0	1682x 1189 mm	66,2 x46,8 pulg
A0	1189x841 mm	46,8 X 33,1 pulg
A1	841 x594 mm	33,1 X 23,4 pulg
A2	594 x420 mm	23,4 x 16,5 pulg
A3	420x297mm	16,5 x 11,7 pulg
A4	297x210 mm	11,7x8,3 pulg
A5	210x148 mm	8,3 x 5,8 pulg
A6	148x 105 mm	5,8x 4,1 pulg
A7	105x74 mm	4,1x.2,9 pulg
A8	74x52 mm	2,9x 2,0 pulg
A9	52x37 mm	2,0x1,5 pulg
A10	37x26 mm	1,5x 1,0 pulg

Nota. Tabla de los tamaños de papel según la norma ISO 216, utilizada internacionalmente en la elaboración y análisis de documentos oficiales.



Figura 197
Dimensiones de la hoja bond



Nota. Guía de referencia para las dimensiones del soporte documental (papel común).

(iii) Según su origen reciclable

Se han identificado cerca de 70 tipos distintos de papel. Naturalmente, no es posible abordar cada uno de ellos, por lo que nos centraremos únicamente en los que tienen un uso más común entre la población. A continuación, se describen los más relevantes:

1. Cartón: se obtiene mediante un tratamiento mecánico-químico particular aplicado al papel, lo que le da su tono oscuro y su textura distintiva. Sin embargo, su recuperación y reciclaje presentan desafíos tan complejos que, en algunos casos, hacen inviable su reutilización efectiva del mismo:
 - a. Gran volumen.
 - b. Dificultad de manejo.
 - c. Poco peso.
 - d. Mal acondicionamiento (necesidad de desmontar las cajas).
 - e. Necesidades específicas de transporte e infraestructura (grandes vehículos y dependencias).
 - f. Su final suele ser el vertedero o la incineradora.

Figura 198
Tipo de soporte “cartón”



Nota. Soporte de cartón utilizado en documentos especiales, embalajes o elementos gráficos, caracterizado por su resistencia y estructura ondulada.



2. Periódico: está formado por fibras de tonalidad clara, aunque su textura y consistencia son de menor calidad. Su amplia distribución y fácil acceso para la población representan una ventaja importante en su recolección y reciclaje. Además, posee una cualidad destacada: su alto potencial para reutilizarse como materia prima en la elaboración de nuevo papel, debido a la facilidad con la que puede transformarse en papel reciclado.

Figura 199

Tipo de soporte “papel periódico”



Nota. Ejemplar de papel periódico, soporte de baja calidad que presenta particularidades físicas que deben considerarse en el examen de escritura manuscrita o impresa.

3. Revista: aunque la calidad del papel de revista suele ser baja, al igual que la del periódico, sus características particulares, como el grosor, el acabado satinado y las imágenes a color, lo ubican en una categoría de mayor calidad. Su amplia circulación la convierte en un objetivo clave para las iniciativas de reciclaje. No obstante, muchas editoriales, empresas del sector gráfico y medios de comunicación aún muestran resistencia a emplear papel reciclado en sus publicaciones.

Figura 200

Tipo de soporte “papel revista”



Nota. Papel de revista, soporte de superficie satinada y alta calidad de impresión, cuyas características afectan la adherencia de tintas y la visibilidad de trazos en pericias documentoscópicas.

4. Papel blanco de oficina: está elaborado a partir de fibras vegetales sometidas a un proceso de blanqueo, lo que le otorga una calidad y estructura notablemente superior. Sin embargo, es importante destacar el impacto ambiental asociado a este proceso, ya que implica el uso de productos químicos agresivos como el cloro. Hoy en día, este tipo de papel ha comenzado a ser reemplazado de manera efectiva por papel reciclado blanco, que ofrece el mismo rendimiento y calidad para todas las aplicaciones en el entorno de oficina.



Figura 201*Tipo de soporte "papel de oficina"*

Nota. Papel común destinado a la escritura manuscrita, soporte fundamental en el análisis grafotécnico por su capacidad de conservar trazos y presiones del instrumento escritor, permitiendo a los peritos documentoscópicos evaluar características individuales de la escritura.

5. Papel continuo de ordenador: comparte las mismas propiedades que el papel blanco de oficina, aunque presenta una calidad, estructura y textura aún superiores. El uso de papel reciclado en este formato se está difundiendo cada vez más, tanto en el ámbito empresarial como entre usuarios particulares.

(2) Texto

(a) Manuscritos

Se entienden como el producto de una combinación de movimientos voluntarios e involuntarios, realizados principalmente con la mano, con el propósito de plasmar pensamientos o ideas a través de signos gráficos convencionales conocidos como "letras", que representan los pensamientos o ideas. Estas letras, consideradas la unidad básica de la escritura, son signos que representan los sonidos de un idioma o lengua.

(b) Mecanografiados

La mecanografía, como parte de la escritura tipográfica, representa una de las formas en que el ser humano escribe utilizando dispositivos mecánicos. Cuando el mecanógrafo presiona una tecla, el carro de la máquina se mueve automáticamente un espacio fijo hacia la izquierda, permitiendo que las letras se alineen una junto a otra sobre el papel enrollado en el cilindro. Este movimiento se conoce como "escape". Gracias a este desplazamiento uniforme, los caracteres se imprimen en un punto preciso y constante.

Cada letra ocupa el mismo espacio, independientemente de su ancho, ya sea una letra estrecha como la "i" o una más ancha como la "m" o la "w", aunque algunas máquinas permiten un espaciado variable. Por lo tanto, el espacio entre los caracteres depende del "escape" o paso de la máquina.



Las letras generadas por las máquinas de escribir presentan una amplia variedad de formas, diferenciándose en estilo, inclinación y tamaño. Pero por lo general la escritura sometida a examen corresponde a uno de estos tres tipos:

(c) Escritura pica

Fue de mucho uso en la correspondencia comercial:

De: 2.54 mm.
2.50 mm.
2.60 mm.

(d) Escritura elite

De menor tamaño que la anterior, y se empleaba la correspondencia privada:

De: 2.12 mm.
2.00 mm.
2.10 mm.
2.25 mm.

(e) Escritura romana

De tipos más grande que la pica:

De: 2.82 mm.

(3) Sistemas de Impresión

(a) Clásicos

(i) Intaglio

Es una técnica de impresión en la que la imagen se encuentra grabada en profundidad o bajo relieve en la placa o clisé. También se le conoce como "talla dulce", "huecogravado" o "calcografía". Además de su uso en la impresión, el intaglio funciona como un método de seguridad, ya que genera un relieve elevado en el material impreso, difícil de falsificar. La textura rugosa que produce es única y no puede ser reproducida por otros sistemas.

Figura 202

Sistema de impresión intaglio



Nota. Sistema de impresión intaglio, la característica principal del intaglio, es la sensación táctil y el relieve que deja en el papel, que pueden ser analizadas por peritos en documentoscopia.

(ii) Tipografía

Es un método de impresión en el que el clisé o forma impresora está en alto relieve, y al aplicarse sobre el papel, deja una huella en bajo relieve. La tinta se deposita principalmente en los bordes de las marcas generadas por la presión del tipo sobre la superficie. El término "tipografía" proviene de "tipo", que hace referencia a los caracteres que representan letras, números u otros signos gráficos. Independientemente de su variante, este sistema de impresión mantiene características similares a las de los textos producidos por máquinas de escribir.

Figura 203

Sistema de impresión



Nota. Sistema de impresión tipográfico, basado en la presión directa de tipos en relieve sobre el papel, dejando huellas características que pueden ser analizadas por peritos en documentoscopia.

(iii) Offset

También denominado impresión planográfica por transferencia, este método consiste en que la imagen entintada de la plancha se transfiere primero a un cilindro cubierto con una manta de caucho, llamada "mantilla", y luego esta imprime sobre el soporte final. Es un proceso similar al de la litografía.

El offset es un sistema de impresión indirecta, ya que el soporte (habitualmente papel) no entra en contacto directo con la plancha matriz, que suele estar hecha de aluminio. La tinta se transfiere desde la plancha al cilindro con la mantilla de caucho y de ahí al papel, mediante la presión ejercida entre el cilindro porta mantilla y el cilindro de impresión o contrapresión.

El sistema offset presenta indudables ventajas para la impresión sobre soportes papeleros.

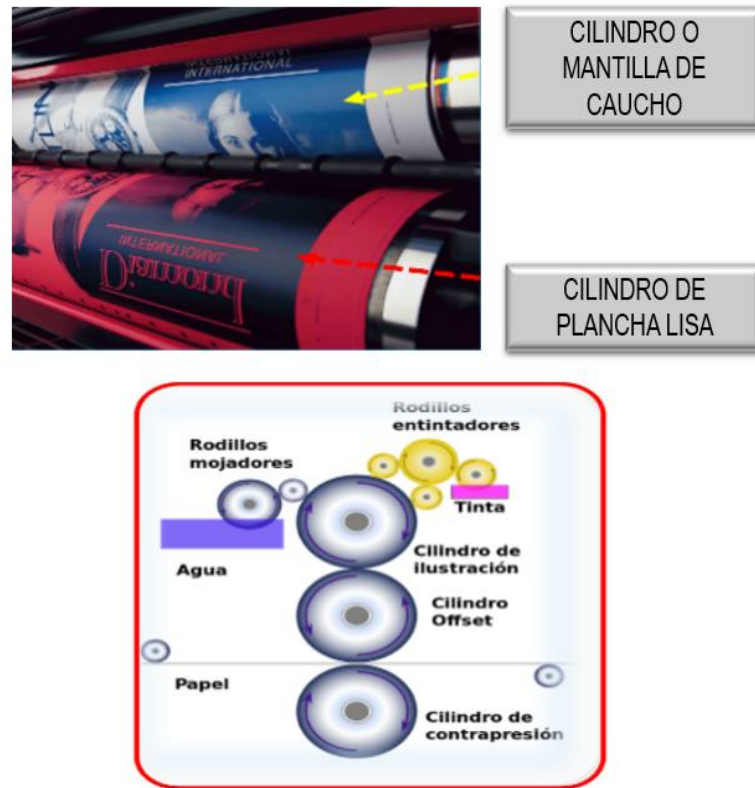
Algunas ventajas sobre otros sistemas son:

1. Alta lineatura o definición.
2. Es una impresión plana, no presenta huellas en el dorso.
3. Grandes velocidades de impresión.
4. Bajo costo de la forma impresora.
5. Facilidad de retoques.



6. Impresión en grandes producciones.

Figura 204
Sistema de offset



Nota. Sistema de impresión offset, técnica indirecta que transfiere la tinta desde una plancha a un cilindro de caucho y luego al papel, generando impresiones limpias y sin relieve, características clave en los análisis documentoscópicos.

(b) Modernas

(i) Impresión por impacto

Este tipo de impresión se basa en el impacto de un carácter que golpea el papel a través de una cinta entintada, impulsado por la acción mecánica de una cabeza de impresión, como un martillo, cilindro, disco o margarita, en las impresoras matriciales.

Las impresoras de caracteres fijos utilizan directamente la tecnología de impresión de las máquinas de escribir, con la diferencia de que el rodillo en estas impresoras es siempre fijo. Aunque emplean los mismos métodos de impresión, se distinguen de una máquina de escribir tradicional en que la información que se va a imprimir no se introduce a través de un teclado, sino que se recibe de un ordenador conectado por un puerto de comunicación, que transmite tanto la información como las secuencias de escape y control para la impresión. Las impresoras de caracteres fijos se consideran una técnica de impresión por impacto. En este sistema, el carácter está formado por un tipo sólido (una letra en relieve grabada en una superficie dura, usualmente metálica o plástica de alta resistencia, como un "rodillo") que presiona contra una cinta o película entintada, dejando la marca del carácter sobre el papel al recibir la presión del tipo.

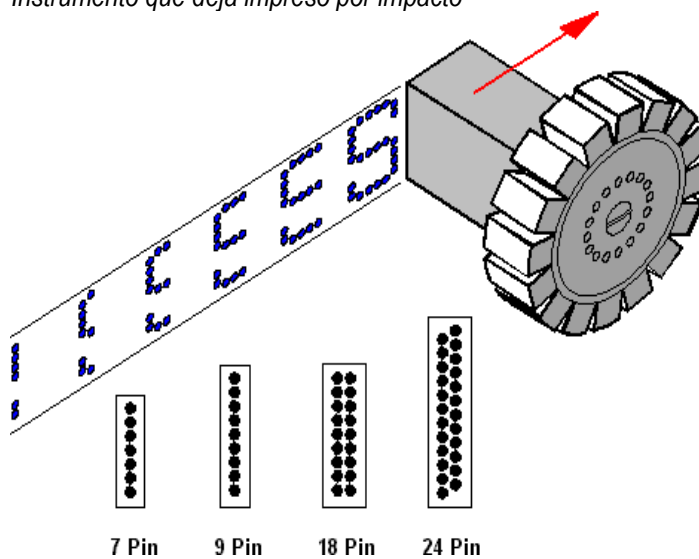
Para el tipo o cabeza de impresión:



1. De martillo impresor.
2. De cabezal cilíndrico.
3. De cabezal esférico.
4. De margarita, rueda o disco.
5. De tambor.
6. De cadena o tren.
7. Matricial de agujas o pines.

Figura 205

Instrumento que deja impreso por impacto



Nota. Sistema de impresión por impacto, se basa en el impacto de un carácter que golpea a través de una cinta entintada, impulsada por la acción mecánica de una cabeza de impresión, como un martillo, cilindro, disco, o margarita.

(ii) Impresión sin impacto

Este tipo de impresión se basa en un fenómeno físico, en lugar de una acción mecánica como en el caso anterior. Ejemplos de estas tecnologías incluyen la inyección de tinta, la impresión térmica, electrostática, electrolítica, xerográfica por láser y magnetografía, donde el objeto impresor no entra en contacto directo con el receptor.

(iii) Impresoras térmicas

Estas impresoras utilizan una cabeza móvil que presenta una matriz de puntos, los cuales se calientan mediante resistores. Al acercarse a un papel termosensible, los puntos calientes crean la impresión al aplicar calor, formando caracteres más oscuros. El controlador decide qué resistores deben calentarse, regulando el paso de corriente eléctrica. Aunque el proceso es similar al de impresoras de matriz de agujas por su formación de puntos, no hay contacto físico entre la matriz y el papel, lo que resulta en un funcionamiento completamente silencioso. Además, la ausencia de vibraciones mecánicas simplifica el diseño del sistema, reduciendo costos, aunque el papel termosensible tiende a ser más caro.





La calidad de la impresión depende de la densidad de los puntos, que está limitada horizontalmente por la velocidad de la cabeza y verticalmente por las características del resistor. Además, el bajo consumo de energía permite versiones portátiles que funcionan con baterías.

La velocidad de impresión de estas impresoras es comparable a las impresoras de caracteres más lentas.

(iv) Impresoras electrostáticas

Estas impresoras utilizan un tambor cilíndrico con superficies de selenio, cuya carga eléctrica se regula mediante la intensidad de un haz de luz incidente. Este haz, modulado por la señal recibida del controlador, recorre la superficie del tambor. La distribución de las cargas sobre el tambor será proporcional a la intensidad del haz modulado. Los puntos cargados eléctricamente atraen el tóner, que tiene una carga similar a la de una fotocopidora. Luego, el tambor transfiere el tóner al papel, reproduciendo la imagen mediante la aplicación de presión y calor. Ajustando el voltaje aplicado, se pueden obtener desde puntos finos y brillantes hasta más opacos, lo que permite obtener excelentes tonalidades de gris.

La calidad de impresión depende en gran medida del tipo de papel utilizado, y estas impresoras pueden alcanzar velocidades de impresión de cientos de páginas por minuto.

(v) Impresoras por chorro de tinta

Este tipo de impresora utiliza un cabezal móvil que se desplaza horizontalmente sobre el papel. La tinta es suministrada a través de una aguja inyectora desde un cartucho recargable ubicado en el cono del cabezal.

El chorro de pequeñas gotas de tinta se proyecta sobre el papel gracias a un cristal piezoeléctrico, que emite la señal de sincronización, asegurando que las gotas estén equidistantes. La dirección de las gotas se controla electrostáticamente mediante electrodos que actúan como placas de deflexión para las gotas cargadas eléctricamente. De esta manera, las gotas se desintegran para formar los puntos de los caracteres que se imprimirán sobre el papel, que se encuentra frente al cabezal.

Estas impresoras pueden alcanzar velocidades de hasta 150 caracteres por segundo (cps).

(vi) Impresoras láser

La palabra láser proviene del inglés "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation", que significa amplificación de luz por emisión estimulada de radiación.

Las impresoras láser reciben este nombre debido al uso de un rayo de luz láser (luz coherente, intensa y concentrada) que se controla con precisión para llevar a cabo el proceso de impresión. Funcionan mediante un rayo láser de baja potencia que se modula a través de un componente óptico-acústico, el cual desvía el rayo en respuesta a la información de impresión almacenada en el buffer del controlador. Un disco de espejos poligonales redirige el rayo, barriendo repetidamente un



tambor fotoconductor. Este proceso crea una carga eléctrica en las áreas correspondientes a los caracteres a imprimir. Mientras el tambor gira, se le aplica tinta en polvo (tóner), que solo se adhiere a las áreas expuestas al rayo láser. Luego, la tinta se transfiere al papel en forma de pequeñas partículas que se fijan mediante calor.

Las impresoras láser pueden alcanzar velocidades que varían entre 150 y 600 líneas por minuto. Debido a su alta capacidad de impresión, son la opción preferida por muchas empresas que manejan grandes volúmenes de impresión en redes de información.

(4) Firma

(Tópico desarrollado en el Capítulo I)

(5) Tiempo

Parte del documento que está relacionado a la fecha que muestra el instrumento referido a la época o período en el tiempo, que se destaca por determinados hechos históricos.

v) Dispositivos de seguridad en documentos

(1) Del papel

(a) Filigrana

Se incorpora al sustrato o papel durante su fabricación, específicamente en la etapa de tamizado. Este proceso implica la acumulación de fibras en ciertas áreas, donde la incidencia es mayor que en otras, mediante el uso de rodillos metálicos que contienen los diseños a reproducir. Estos diseños pueden ser de tipo localizado o continuo. Aprovechando los movimientos zigzagueantes del tamizado, las fibras aún húmedas se redistribuyen, formando así una imagen o gráfico que solo será visible cuando se observe a contraluz.

Figura 206

Dispositivo de seguridad filigrana



Nota. Filigrana, marca de seguridad integrada al papel y visible al trasluz, analizada por peritos grafotécnicos como indicador de autenticidad documental y prevención de falsificaciones.

Es fundamental considerar que este dispositivo de seguridad, debido a la forma en que se crea el diseño a partir de una mayor o menor acumulación de la masa del papel, no responde a la exposición a radiación UV. Si reaccionara, estaríamos ante una

falsificación, ya sea por una impresión en el reverso del papel o por la inserción de una lámina que imite el diseño original.

Figura 207

Dispositivo de seguridad filigrana que reaccionan a la luz diascópica y la luz ultravioleta



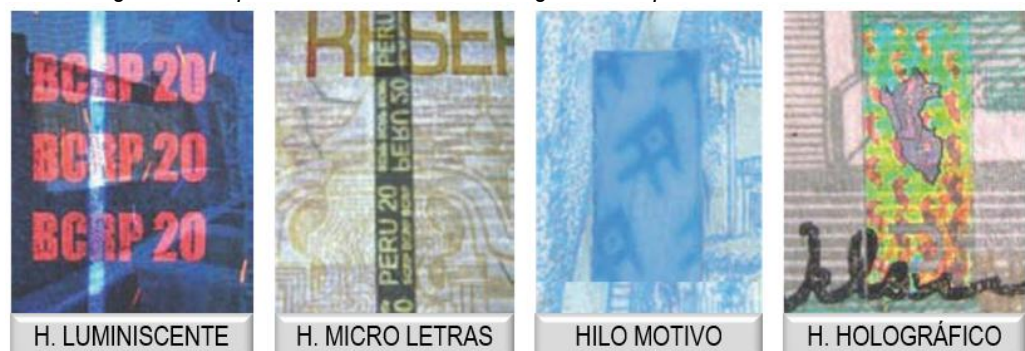
Nota. Filigrana observable con luz diascópica (trasluz), utilizada para verificar la autenticidad del papel. Bajo luz ultravioleta puede o no reaccionar, según el tipo de seguridad incorporada. Es un dispositivo útil para los peritos grafotécnicos en la detección de documentos auténticos o falsificados.

(b) Cintillo o hilo de seguridad

Es generalmente de polímero, que se inserta en el sustrato durante la fabricación del papel cuando la masa aún está húmeda. Existen dos tipos: ocultos (insertados) y salientes. Estos elementos de seguridad están diseñados para ser visibles bajo luz diascópica o transmitida, así como a simple vista. Hay una amplia variedad de hilos de seguridad, algunos con hologramas, otros que reaccionan lumínicamente a la radiación UV, e incluso algunos presentan microletras impresas en negativo. En los últimos años, ha ganado relevancia la tecnología "motion", que se activa al cambiar el ángulo de observación del billete. Esto genera un efecto de movimiento en las leyendas que lleva el hilo de seguridad. Al inclinar el billete sobre su eje vertical, los gráficos o microletras se desplazan de izquierda a derecha, y al moverlo sobre su eje horizontal, las leyendas se mueven hacia arriba.

Figura 208

Hilo de seguridad: dispositivo antifalsificación integrado al soporte documental



Nota. Hilo de seguridad insertado en el papel durante su fabricación, visible a contraluz o parcialmente en superficie. Constituye un dispositivo clave en la verificación de autenticidad, empleado por peritos documentoscópicos.

(c) Planchettes o plaquetas

Son pequeños círculos o plaquetas hexagonales de material sintético, con un diámetro de 1 mm, que se añaden a la superficie del papel de manera similar a las fibrillas de



seguridad, es decir, durante su proceso de fabricación. Estas plaquetas pueden ser de diversos colores o iridiscentes y reaccionan de forma fluorescente cuando se exponen a la radiación ultravioleta. Generalmente, se incorporan en billetes de curso legal, como los de Haití (1979), Colombia (1990), y en la última década en México y otros países.

Figura 209

Planchettes o plaquetas adherido al soporte documental



PLAQUETAS HEXAGONALES EN BILLETES PERUANOS

Nota. Pequeñas partículas metálicas o plásticas incrustadas en el papel durante su fabricación. Su presencia, forma y distribución son evaluadas por peritos grafotécnicos para autenticar documentos y prevenir falsificaciones.

(d) Fibrillas de seguridad

Son generalmente de material sintético y están disponibles en varios colores. Se integran en la masa del papel durante su fabricación y se distinguen por su capacidad luminiscente cuando se exponen a la radiación ultravioleta.

Figura 210

Hilo de seguridad: dispositivo anti falsificación integrado al soporte documental



Nota. Se encuentran incorporadas en la masa del papel, visibles a simple vista o bajo luz ultravioleta, utilizadas por los peritos para comprobar la autenticidad del soporte documental.

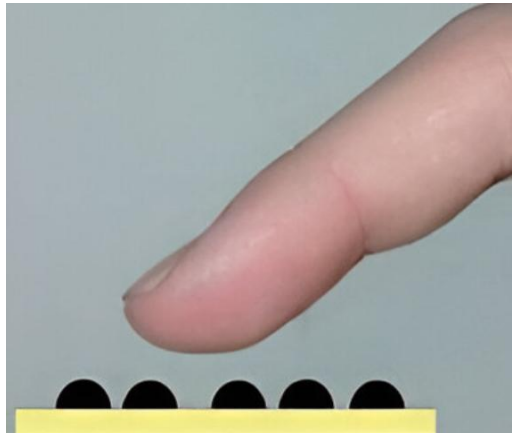
(2) De las impresiones

(a) Intaglio, hueco acabado o talla dulce

Es el sistema de impresión de seguridad más utilizado, realizado con gran precisión y suavidad, logrando un acabado nítido. Se caracteriza por una grabación detallada (con una precisión impecable), en la que las tintas se adhieren en alto relieve y la impresión aparece en bajo relieve.

Figura 211

Impresión intaglio: técnica de alta seguridad con trazos en relieve



Nota. Es una técnica en la que la tinta se deposita en cavidades grabadas, generando relieves perceptibles al tacto. Utilizada en documentos de alta seguridad y analizada por peritos en la detección de falsificaciones.

(b) Microimpresiones

Textos o vocablos microscópicos que se ubican en determinadas zonas. Pueden ser: Positivo y negativo.

Figura 212

Microimpresiones: detalles invisibles a simple vista como medida de seguridad documental



MICROIMPRESIÓN AL NEGATIVO



MICROIMPRESIÓN AL NEGATIVO

Nota. Están compuestas por textos o patrones diminutos no legibles a simple vista, detectables solo con aumento óptico.

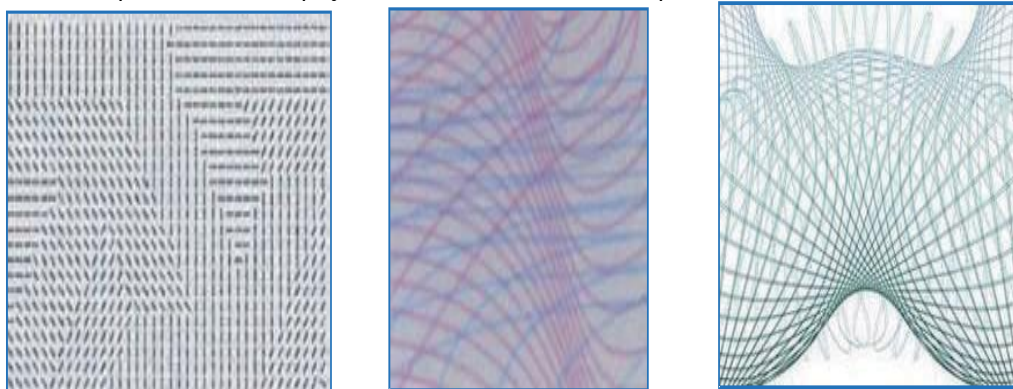
(c) Fondos de seguridad o guilloché

Son impresiones planas (offset) que generalmente son incluidas en los documentos para evitar su reproducción, también son considerados como "motivos antiescáner o anticopias".



Figura 213

Guilloché: patrón lineal complejo utilizado como elemento de protección documental



Nota. Son tramas o patrones geométricos entrelazados de alta precisión, impresos como medida de seguridad para dificultar la falsificación de documentos.

(d) Imagen coincidente o registro perfecto

Son diseños gráficos fragmentados e impresos en offset, distribuidos en el anverso y reverso del documento, el cual, al ser observado con luz diascópica se aprecia el diseño completo.

Figura 214

Registro perfecto: alineación exacta como medida de seguridad documental



Anverso

Reverso

A visión traslúcida

Nota. Dispositivo de seguridad que consiste en la coincidencia exacta de elementos gráficos impresos en el anverso y reverso del documento, visible al trasluz. Es verificado por peritos para confirmar la autenticidad del soporte.

(e) Imagen latente, oculta o fantasma

Se refiere a un diseño creado mediante el sistema intaglio, en el que un gráfico permanece oculto hasta que se observa bajo iluminación tangencial. Este efecto se logra mediante una interrupción en el alto relieve de las líneas. Al ser un fenómeno inherente al proceso de impresión, no puede ser reproducido por medios fotográficos ni por digitalización.

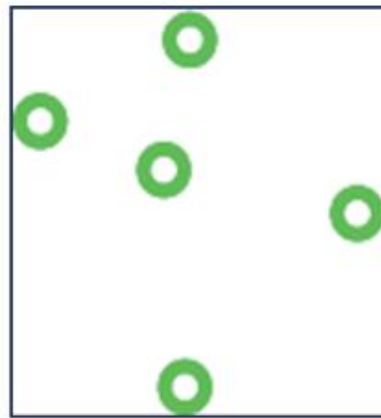
(f) Constelación eurión o marca secreta

Son impresiones integradas en el diseño gráfico del documento, comúnmente presentes en los billetes, que se hacen visibles cuando un ejemplar original es fotocopiado, mostrando cinco anillos.



Figura 215

Microperforaciones de seguridad para validación automatizada



Nota. Dispositivo de seguridad compuesto por microperforaciones dispuestas en un patrón específico, visible a contraluz y diseñado para ser validado por sistemas automatizados.

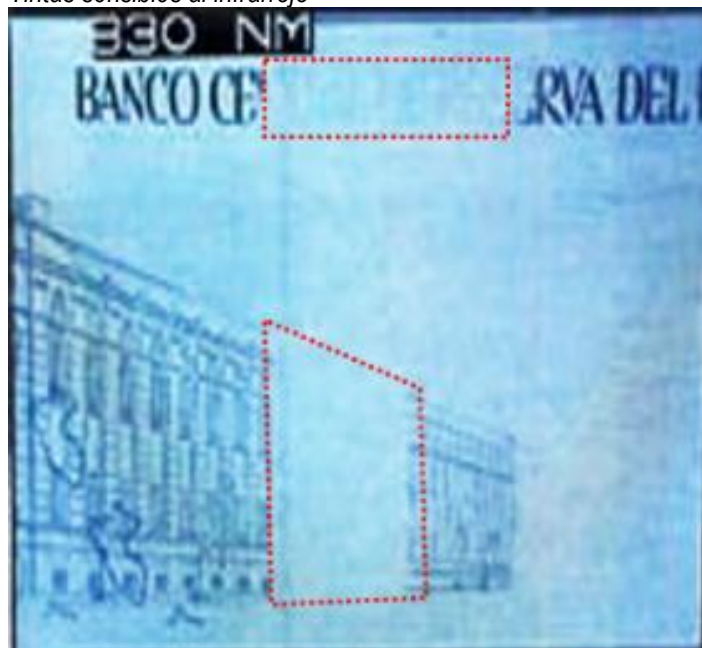
(3) De las tintas

(a) Imágenes degradables a la observación óptica con radiación infrarroja

Peculiaridad de la tinta de volverse invisible al ojo humano a la observación con incidencia de radiación infrarroja a 830 nanómetros.

Figura 216

Tintas sensibles al infrarrojo



Nota. Son utilizadas como medida de seguridad en documentos. Estas tintas pierden visibilidad total o parcial al ser expuestas a luz infrarroja, permitiendo a los peritos verificar su autenticidad mediante equipos especializados.



(b) Fluorescencia

Previamente se debe definir el concepto de luminiscencia, que es la propiedad que tienen algunos cuerpos de emitir luz sin elevación de temperatura; en ese sentido, se define que la fluorescencia es la propiedad que tienen algunas tintas de absorber la luz de un color y emitirla de otro. Esto se da en lámpara de Wood.

Figura 217

Elemento de autenticación activado por radiación UV en documentos



Nota. Son medidas de seguridad en documentos, visibles únicamente bajo luz ultravioleta. Su presencia y comportamiento son evaluados por peritos para verificar autenticidad y detectar falsificaciones.

(c) Magnéticas

Las tintas ostentan en su composición elementos ferromagnéticos (magnetita), empleadas en la impresión de monedas de papel, las mismas que son detectadas por medio de escáneres magnéticos.

Figura 218

Tintas de seguridad invisible detectable por sensores especializado



Nota. Incorporadas en documentos de seguridad, contienen partículas ferromagnéticas que pueden ser detectadas por sensores especiales, utilizadas en la verificación automatizada y pericial de documentos.



(d) Electroconductoras

Las tintas son capaces de permitir el paso de la corriente eléctrica.

(i) De variación óptica o doble coloración

Cambian de color de acuerdo a la disposición de la luz o por reacción al aplicársele alguna sustancia especial.

Figura 219

Seguridad visible mediante cambio de color según el ángulo de observación



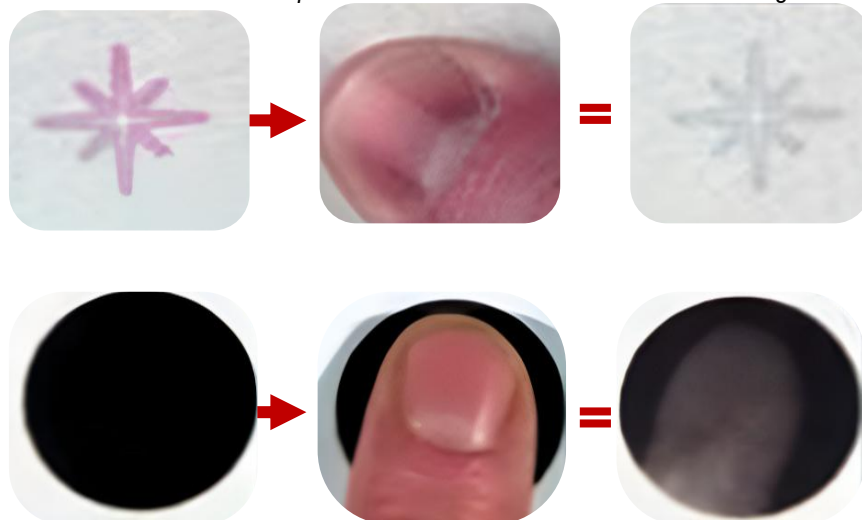
Nota. Tintas de variación óptica, también conocidas como de doble coloración, cambian de color según el ángulo de observación.

(ii) Termocromáticas o termocrómicas

Son aquellas que tienen la propiedad de cambiar de color al tacto.

Figura 220

Elementos de verificación que reaccionan al calor en documentos de seguridad



Nota. Utilizadas como medida de seguridad en documentos, cambian de color o se vuelven invisibles al aplicar calor. Su comportamiento es verificado por peritos para autenticar el soporte y detectar falsificaciones.

(4) Otros dispositivos de seguridad externos

(a) Hologramas

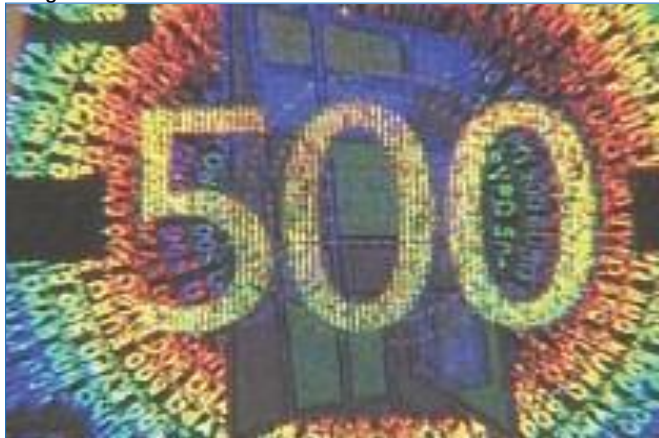
Son imágenes fotográficas que capturan no solo las ondas de luz incidentes sobre una emulsión fotosensible en su amplitud máxima, sino también en su mínima. Permiten distinguir tanto la intensidad de la luz reflejada como la distribución de las fases. Para



diferenciar las ondas con fases distintas, se utiliza un rayo láser (un haz coherente, en el que todas las ondas se desplazan en fase) que se combina con las ondas reflejadas en el holograma. La forma del objeto es la que determina cómo se presentan las diferentes fuentes de onda, es decir, la fase con la que la luz reflejada llega a cada punto de la película.

Figura 221

Imagen tridimensional como barrera antifalsificación



Nota. Dispositivo óptico de seguridad con efecto tridimensional, incorporado en documentos oficiales para prevenir falsificaciones.

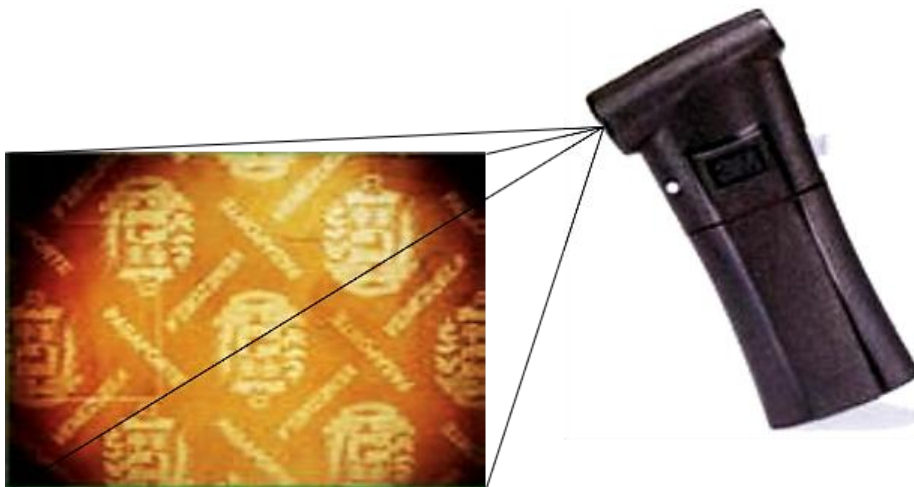
(b) "Confirm" - Laminado de seguridad

Están compuestos por capas extremadamente finas y múltiples con un efecto retrorreflectante. Estos laminados son transparentes y claros, lo que facilita la lectura del documento protegido, y cualquier intento de manipulación se vuelve inmediatamente visible. Generalmente, las capas son tres.

Una adhesiva, una retrorreflexiva y una de protección; las imágenes retrorreflexivas pueden observarse a través de un visor especial.

Figura 222

Laminado de seguridad, es una protección física y visual contra alteraciones documentales



Nota. Película protectora aplicada sobre documentos para evitar alteraciones, manipulaciones o falsificaciones. Puede contener elementos ópticos visibles o encubiertos, siendo evaluado por peritos durante el análisis documental.



(c) Gofrado o reticulado

Motivos gráficos en relieve realizados en plásticos protectores de documentos.

Figura 223

Impresión en relieve como medida de autenticación y defensa contra falsificaciones



Nota. Dispositivo de seguridad que consiste en aplicar presión para crear un relieve sobre el papel o soporte como medida de seguridad y autenticación pericial.

(d) Fasprotek

Es una delgada película de poliuretano con un recubrimiento adhesivo especial que la fija al soporte. Si se intenta abrir el documento, las capas que forman la película se separan. La fragilidad del material destruye el documento en caso de manipulación mecánica.

Figura 224

Lamina de seguridad ultrafina, destruible en caso de manipulación mecánica.



Nota. Fasprotek es una **lámina de seguridad ultrafina** desarrollada para proteger documentos oficiales como pasaportes, certificados, carnés y diplomas contra falsificaciones y manipulaciones.

(e) Filtro scrambled.

Son textos o imágenes impresos de aspecto ilegible a simple vista, siendo observables con instrumentos por lentillas de difracción, por ejemplo, la antigua peseta española.



vi) Factores naturales que modifican los documentos

(1) Del receptor

Los cambios naturales en el receptor ocurren debido a factores como los dobleces, la fricción, la manipulación, el sudor, así como las condiciones ambientales como la luz solar, la humedad, entre otros, además de la acción de insectos conocidos como polillas.

(2) Del texto

Uno de los factores que puede alterar parcialmente la tonalidad cromática de las tintas utilizadas en la redacción de un texto es la oxidación de los pigmentos que componen las tintas, causada por la acción del oxígeno presente en el ambiente, lo que provoca un cambio en su apariencia física.

vii) Examen físico de un documento

Es el análisis de las características gráficas y físicas tanto de los textos como del soporte del documento o instrumento, utilizando herramientas como la microscopía y la exposición a diversas frecuencias de luz. Su objetivo es identificar cómo fue elaborado el documento y detectar posibles alteraciones naturales o fraudulentas.

Nivel 1: examen que se realiza sin equipos o instrumentos, utilizando únicamente los sentidos como la vista y el tacto, entre otros.

Nivel 2: examen que se realiza con el auxilio de lupa y luz especial, etc.

Nivel 3: exámenes que son realizados solo por expertos, con el uso de equipos e instrumentos especiales.

viii) Clasificación de fraudes

(1) Fraudes en el texto

Son aquellos actos o hechos realizados de manera fraudulenta en la parte informativa de un documento, que afectan y alteran el texto original. Estos fraudes pueden ser causados por la adición o eliminación de contenido.

(a) Fraudes en el texto por adición

Consiste en agregar nuevos elementos gráficos al escrito. Las alteraciones que implican adiciones requieren que el manipulador preste especial atención no solo a los materiales o al soporte del documento, especialmente a la tinta o al compuesto utilizado para escribir, que debe seleccionarse cuidadosamente para evitar contrastes notables con la escritura original, sino también a los signos en su forma y otras características gráficas. Se pueden identificar tres formas principales de adición: interpolación, enmienda y retoque.

(b) Interpolaciones (intercalar)

Consiste en insertar gráficos entre letras, palabras, líneas o párrafos de un texto ya existente, con la intención maliciosa de alterar el significado original del texto para obtener un beneficio para el falsificador. Incluso la simple adición de un punto o una coma, como es sabido, puede cambiar radicalmente el sentido de una frase. Sin embargo, no siempre la interpolación es una alteración significativa o esencial. En ocasiones, aunque es raro, los



signos añadidos no modifican de ninguna manera el contenido o la idea conceptual del texto.

Jean Gayet utiliza el término interlineación de manera general para referirse no solo a las adiciones entre líneas, sino también a aquellas que se realizan en los márgenes del documento y entre palabras. Explica que, aunque en su definición más estricta la interlineación se limitaría solo a las adiciones entre líneas, esta acepción resulta demasiado estrecha. Por lo tanto, es preferible agrupar bajo este término las adiciones que se encuentran en los márgenes superior e inferior de la página, en los grandes espacios entre párrafos o en los blancos al final de las líneas entre las palabras. Esta interpretación más amplia se justifica porque todos estos fraudes se detectan utilizando los mismos métodos de examen.

Según varios autores, la interpolación puede clasificarse como marginal o textual, dependiendo de si se realiza en los márgenes o dentro del cuerpo del texto.

La interpolación textual también se conoce como intercalación, y tiene nombres específicos como interliteral o interliteración, cuando ocurre entre letras o cifras, e interlineación cuando se da entre líneas o renglones. Si la adición se hace entre palabras, se denomina interpolación verbal o intervocabular. Además, la intercalación marginal a menudo ocurre en el borde inferior de la hoja, justo después de la firma, en forma de un post scriptum.

(c) Enmienda

Se refiere a la modificación intencionada del texto de un documento mediante la adición de trazos a una palabra.

Este tipo de falsificación es común en documentos como cheques, letras de cambio, recibos, entre otros, con el fin de alterar su cantidad o fecha original. Si el falsificador crea el documento con la intención de modificarlo más tarde, probablemente habrá ajustado su escritura para facilitar los cambios o dejados espacios vacíos para hacer las modificaciones necesarias.

(d) Identificación de la enmienda en relación con el texto original.

La presión y la cantidad de tinta del bolígrafo o pluma no son iguales en ambas escrituras; el tono, la intensidad de la tinta y el grosor de las líneas varían; el espaciado entre los caracteres añadidos es irregular, y las letras o palabras se componen de trazos que no están bien conectados entre sí.

(e) Retoque

Se trata de un repaso que el propio autor hace de su propio escrito, generalmente de manera espontánea y en ocasiones habitual. No se realiza para cambiar el significado de una palabra, sino para mejorar su legibilidad, y afecta principalmente a las letras que no han sido bien trazadas. Por lo tanto, el retoque se distingue de la enmienda fraudulenta, que implica la adición de letras y la modificación de la longitud de las palabras. El retoque es algo común y se encuentra en todos los escritos de una persona.





(f) Signos identificatorios de los fraudes

(i) Por adición

Cuando el documento está escrito a mano y se interpola algo, suele evidenciarse:

1. Diferentes calidades y colores de tintas.
2. El calibre (grosor) de la letra adicionada difiere al de las originales.
3. Los espaciamentos normales se reducen notablemente en el sector del fraude.
4. La velocidad de la ejecución de la escritura suele ser mucho más lenta en el sector del fraude.
5. La presión del agregado grafico es también más fuerte.
6. La inclinación de la letra o letras agregadas está condicionada al espacio disponible y será diferente al texto original.
7. Si se escribe a máquina, los signos identificatorios de fraudes por adición suelen ser los siguientes:
8. Desalineos (horizontales o verticales) entre el texto primitivo y el texto o letras agregadas.
9. Diferentes tonalidades de la tinta de la cinta de la máquina de escribir.
10. Uso de máquina de escribir diferente con moldes de letras distintas a las del texto original.
11. Diversos "defectos transitorios" de la máquina de escribir utilizada.

Estos defectos son causados por el uso prolongado de la máquina de escribir. Una misma máquina puede mostrar distintos defectos temporales cuando se emplea para cometer un fraude. Por ejemplo: se redacta el documento original, y luego, después de 3, 4 o 6 meses, utilizando la misma máquina de escribir, se agregan ciertos párrafos. Este acto puede ser detectado por el nivel de suciedad en los tipos de la máquina, ya que, con el uso continuo, la máquina acumula residuos y suciedad que no estaban presentes al momento de redactar el documento original, lo que se vuelve evidente si se utiliza más tarde para hacer adiciones.

(ii) Por enmienda

Se identifican por lo siguiente:

1. Las diferentes tonalidades del color en las tintas usadas.
2. Las diferentes estructuras de los números, letras o palabras enmendados en comparación de otras similares en el texto original.
3. La presencia de temblor de los desenvolvimientos gráficos adicionados.
4. Diferencia en el grosor de los trazos adicionados. Diferencia de velocidad de ejecución de los trazos agregados.
5. Los signos de fraude, como manchas, tachaduras u obliteraciones, son los más fáciles de identificar y no requieren mucho esfuerzo para su detección. Esta alteración puede ser realizada por el mismo autor del texto, que no tuvo la



precaución de corregirlo al final del documento, pero también puede ser llevada a cabo con fines fraudulentos.

6. En estos casos, no se puede realizar un análisis comparativo de la escritura, ya que, además de estar oculta, los elementos que la componen (trazos y detalles) son limitados. Sin embargo, el análisis comparativo de las tintas ofrecerá una respuesta indirecta al problema.
7. Si las tintas utilizadas en el texto y en la tachadura son iguales, es probable que esta última se haya realizado durante la redacción. Sin embargo, si hay una diferencia en las tintas, es posible que la tachadura se haya hecho en un momento posterior.
8. Para la visualización de la escritura tachada se puede emplear fuente de rayos infrarrojos.

(iii) Fraudes en el texto por supresión

Consiste en suprimir o borrar letras, palabras, fechas o líneas de un documento original, alterando así su contenido original y generando confusión o beneficio ilícito. Para realizar estas eliminaciones, se emplean distintos métodos que pueden ser detectados. Entre ellos se incluyen las erradicaciones mediante procesos mecánicos, químicos o por recubrimiento (empastado).

(iv) Por acción mecánica

Implica la eliminación de la escritura mediante el desgaste de la superficie del soporte, utilizando herramientas como el "jebe o borrador", o instrumentos afilados como una cuchilla, navaja o bisturí, entre otros.

Esta acción puede afectar desde pequeñas áreas, como números y letras, hasta textos completos, con el fin de manipular la firma.

Las características deladoras de un fraude son las siguientes:

1. Pérdida de la masa del papel en el sector erradicado.
2. El papel pierde su textura, el encolado, el brillo característico primigenio.
3. El sector afectado por las borraduras es más transparente a contraluz por efecto del adelgazamiento del papel.
4. Las fibras del papel se observan (al microscopio) levantadas.
5. Las fibras o pilosidades de la superficie o masa del papel, se levantan en todas las direcciones; las rayas, cuadrículas o fondo de seguridad que puedan tener los soportes son afectados y desaparecen.
6. Con luz indirecta, el sector se aprecia opaco por pérdida del satinado.
7. Pueden observarse orificios en el sector borrado.
8. Es posible encontrar "planchado" de fibras levantadas.
9. Si el falsario ha pulido la superficie raspada, dicha zona queda demasiado brillante, pudiendo apreciarse huellas de esta operación.
10. Las borraduras pueden afectar a las letras o palabras vecinas.



11. Es posible visualizar residuos de la tinta de la escritura primitiva.
12. La reconstitución del texto puede hacerse, utilizando la luminiscencia infrarroja del DOCUCENTER-Projectina.

Figura 225

Fraude en el texto por acción mecánica



Nota. Eliminación de la escritura mediante el desgaste de la superficie del soporte.

(v) Erradicaciones químicas

Implica la eliminación de los trazos de tinta mediante el uso de sustancias químicas que la hacen incolora, como agua clorada, ácido oxálico, disulfito de sodio, cloruros, decolorantes como el hipoclorito de sodio, o permanganato de sodio o potasio. Este último se comercializa en frascos de vidrio ámbar con una solución dosificada junto con otra solución incolora y disulfito de sodio. Estos decolorantes químicos afectan directamente la tinta de la escritura o firma. En la mayoría de los casos, no es posible detectar a simple vista la erradicación, lo que hace que este método sea riesgoso, ya que permite la eliminación total de un texto, dejando el papel en blanco.

La detección de los fraudes realizados bajo esta modalidad es percibida fácilmente mediante el uso de la radiación ultravioleta, con la que se constatará:

1. Opacidad del sector tratado químicamente.
2. Remanentes de las grafías eliminadas.
3. Surcos (sin tinta) de la escritura original.

Además, se puede revelar la escritura eliminada utilizando luz luminiscente infrarroja junto con la aplicación de diferentes filtros. Es importante señalar que la zona tratada químicamente tiende a adquirir un tono "amarillento" con el tiempo, además de experimentar un endurecimiento del soporte, dándole un aspecto de "apergaminado".

(2) Fraudes en el receptor

Este tipo de fraude es poco común en nuestro entorno. Suele ocurrir con mayor frecuencia en las transacciones que involucran títulos valores y, en menor medida, en documentos comunes como recibos, cartas y comunicaciones. Dentro de esta categoría, se encuentran las siguientes variantes:



(a) Fraudes por traslado del receptor:

En esta modalidad, se utiliza una parte del documento (ya sea el texto o la firma) al seccionar el receptor que lo contiene, para luego trasladarlo a un nuevo receptor y así crear un documento que parezca auténtico.

(b) Fraude en el receptor por habilitaciones de espacios en blanco:

Esta modalidad es efectuada mediante el aprovechamiento de los espacios en blanco existentes entre la última línea del texto de un documento y la firma.

(c) Fraude en el receptor por habilitación de espacio en blanco del reverso:

En los casos de habilitación de espacios en blanco, hemos señalado que la firma, al ser "aprovechada", queda alejada del último renglón del texto. En el método que describimos, no solo se utiliza el área en blanco del lado de la hoja donde está la firma, sino que, preferentemente, se aprovecha el reverso de esa página, que también está vacío, para redactar un nuevo texto, el cual se extiende hasta el área donde se encuentra la firma.

(d) Signos de identificación del fraude por habilitaciones de espacios en blanco:

Las características identificatorias suelen ser las siguientes:

- (i) Dimensión anormal del receptor;
- (ii) Borde superior desflechado o cortado;
- (iii) Residuos de tinta en el borde superior: esta característica puede observarse bajo el microscopio, ya que en ocasiones el falsificador intenta aprovechar al máximo el espacio vacío entre el último renglón y la firma. Esto lo lleva a recortar muy cerca del área escrita, lo que puede hacer que algunas letras o partes de ellas queden visibles y sean detectadas.
- (iv) Borraduras en el borde superior para desaparecer los residuos de escritura que pueden haber quedado luego del corte.
- (v) Texto excesivamente cercano al borde superior: el falsificador, al no disponer de mucho espacio para añadir el nuevo texto fraudulento, se ve obligado a aprovechar al máximo el área libre. Por esta razón, suele comenzar el texto justo al borde superior del papel, mientras que en los documentos normales el texto suele comenzar entre 5 y 10 cm por debajo del borde. Además, el texto no respeta los márgenes de los lados derecho e izquierdo, ya que la misma limitación de espacio obliga al falsificador a escribir casi hasta los bordes del papel.
- (vi) El texto tiende a sobrepasar la firma: normalmente, el texto y la firma ocupan áreas separadas, siendo la firma ubicada generalmente debajo del texto; sin embargo, en este caso, el texto puede extenderse hacia la zona de la firma.
- (vii) Texto posterior a la firma: se han observado situaciones en las que, debido a la falta de espacio, el falsificador sigue escribiendo debajo de la firma, reduciendo el interlineado, especialmente al final del texto. En algunos casos, el falsificador comienza utilizando doble espacio, pero al darse cuenta de que se queda sin espacio, decide continuar con un interlineado simple.



- (viii) Reducción del espacio interlineal e intervocabular, especialmente al escribir a mano: para maximizar el espacio, no solo disminuye el tamaño de los trazos, sino también la distancia entre las letras y las palabras.

(3) Fraudes en el tiempo

(a) Abuso de firmas suscritas en blanco

Para la determinación del abuso de firma suscrita en blanco, se tiene que tener en cuenta que se produzca las siguientes características:

- (i) Los entrecruzamientos de trazos directos entre la firma y el texto.
- (ii) El acondicionamiento del texto con relación a la firma, para evitar el entrecruzamiento.
- (iii) La ubicación inusual de las firmas al pie de un escrito, debido al acondicionamiento del texto para aprovechar la firma.
- (iv) Los entrecruzamientos de trazos indirectos entre las firmas y el texto de redacción del documento.
- (v) Habilitación de espacios en blanco con firma auténtica.
- (vi) El aprovechamiento de una firma no vigente con el acondicionamiento de texto reciente, debiéndose tener presente la evolución gráfica de la firma.
- (vii) Erradicación química de textos para aprovechar una firma autentica.

(4) Otras falsificaciones

(a) Sellos

(i) Reproducción imitativa

El falsificador estudia los sellos que va a falsificar y busca emular las características del original lo más fielmente posible.

(ii) Reproducción ideal

El delincuente no conoce el modelo auténtico del sello y solo tiene una idea en su mente de cómo debe lucir, por lo que el resultado final difiere considerablemente del verdadero.

(iii) Signos delatores

1. Impresión nítida, limpia y de bordes bien definidos (corresponde a sello nuevo).
2. Divergencias en cuanto a las dimensiones milimétricas (espaciamentos literales, etc.).
3. Presencia de grafías o caracteres disímiles. Dado que en la fabricación de sellos de caucho los talleres de impresión utilizan tipos o caracteres individuales de plomo, los cuales son sometidos a colisiones, fricción y compresión durante el proceso de creación del molde, estos sufren desgaste o defectos que les otorgan características y dimensiones específicas.

Por lo tanto, cuando se falsifica un sello (incluso mediante una reproducción imitativa), aunque se utilicen los mismos caracteres que el sello original, nunca serán idénticos. Esto se debe a que la falsificación ocurre después de la creación



del sello original, lo que implica que, aunque se use el mismo taller, ya ha pasado tiempo y se ha producido desgaste en los tipos, lo que genera variaciones que son imperceptibles a simple vista.

(iv) Antigüedad de la confección de documentos

También es posible identificar los momentos específicos de la ejecución de un documento (si fue redactado antes o después en el texto), para lo cual es necesario considerar lo siguiente:

1. El estudio del entrecruzamiento de trazos.
2. La ubicación de la firma respecto al texto y el espacio que ocupa en el receptor.
3. Variaciones de la escritura por evolución a través del tiempo.

(v) Entrecruzamientos de trazos de tinta y dobleces

Es común encontrar trazos de tinta que se cruzan entre sí, firmas junto a manuscritos, firmas con textos mecanografiados, manuscritos con otros manuscritos, firmas con textos impresos, y dobleces del papel que coinciden con trazos de tinta, entre otros. El análisis de estos elementos se utiliza para determinar si fueron realizados antes o después. Para ello, se deben llevar a cabo dos tipos de exámenes:

1. Se realiza una observación detallada del entrecruzamiento (mediante métodos físicos), utilizando diversos instrumentos ópticos con distintos aumentos, desde una lupa hasta un microscopio estereoscópico, para determinar el orden en el que fueron realizados los trazos. Esto se lleva a cabo al examinar cuidadosamente el área en duda del documento, empleando iluminación artificial de diferentes intensidades y ángulos de incidencia (reflejada, incidente, rasante y por transparencia).

Figura 226

Entrecruzamientos de trazos de tinta



Nota. Tomadas de: <https://periciagrafoscopica.com/f/cruce-de-trazos-en-la-documentoscop%C3%ADa>

2. Se lleva a cabo una experimentación con materiales similares o iguales, intentando reproducir el documento cuestionado utilizando los mismos elementos (instrumento de escritura y tipo de papel).



e) Análisis de manuscritos y firmas

A través del tiempo, expertos en la materia han llevado a cabo el análisis de la escritura utilizando varias disciplinas como la diplomática, la grafonomía, la grafocrítica, la grafometría, la grafoscopia, la grafotecnia y la documentoscopia. Cada una de estas áreas ha desarrollado sus propios métodos y técnicas, aunque todas comparten la comparación de diferentes escrituras, abordando diversas características en los grafismos, lo que resulta en distintos niveles de fiabilidad y efectividad en sus conclusiones.

En esta sección, consideramos que es más apropiado referirnos a la "grafoscopia", que se estableció en España en el ámbito del análisis criminal, como la disciplina que se encarga de la evaluación de manuscritos y firmas para fines de identificación. Esta metodología resulta más relevante en la actualidad, ya que presenta un enfoque más accesible y comprensible tanto para los expertos como para otros participantes en el sistema de justicia.

El término grafoscopia proviene del griego, donde "*grapho*" significa escribir y "*skopeo*" se traduce como observar o examinar. El sufijo "ia" implica un estudio o doctrina relacionada. Esta disciplina se enfoca en identificar al autor de textos o firmas al aplicar principios, teorías, técnicas y métodos fundamentados en el análisis de las características generales y, en especial, de los "gestos típicos", comparándolos con ejemplos confirmados del mismo autor.

A partir de la definición mencionada, podemos concluir que la grafoscopia tiene dos áreas principales de estudio: la escritura y las firmas.

Es importante señalar que, para elaborar este capítulo, hemos integrado diversos conceptos, definiciones y terminologías de expertos españoles como Antonio Vega Ramos y Miguel Ángel Robles Llorente, quienes son autores del libro "GRAFOSCOPIA – Identificación de escritura y firmas"; también hemos consultado al perito peruano Reimundo Urcia Bernabé en su obra "verificación de firmas, Métodos y Técnicas de Reconocimiento, año 2000"; y a José Luis Balbuena Balmaceda, perito de la Corte de Versalles en Francia y miembro de la Academia Europea de Expertos en Escritura y Documentos (AEEED), quien aporta ideas innovadoras en el estudio de las firmas en su obra "Firmas Auténticas y Detección de Firmas Falsas".

i) Estudio de la escritura

(1) Concepto de escritura

Deriva del término latino "SCRIPTURA", que se traduce como la acción o el efecto de escribir, o también como el arte de la escritura.

La escritura se refiere a la acción humana de expresar pensamientos a través de símbolos gráficos estándares conocidos como "letras".

Se puede entender como el resultado de una serie de movimientos conscientes, junto con otros que no lo son, que normalmente se llevan a cabo con la mano.

Las letras son las bases de la escritura, y se definen como cada uno de los símbolos que representan los sonidos en un idioma o una letra.



(2) Reseña sobre la invención de la escritura

Desde los inicios de la humanidad, las personas han tenido un impulso natural de comunicarse entre sí. Este impulso se manifestaba a través de señales, ruidos guturales, nudos, y alza de banderas a media asta, entre otros métodos. Por lo tanto, se hizo imprescindible desarrollar un recurso compartido que facilitara la comunicación, lo que llevó a la invención de la escritura.

Este proceso fue gradual, comenzando por la expresión de ideas simples y representativas hasta que evolucionó en un sistema completo.

En términos generales, se puede decir que la escritura apareció a través de diversas etapas:

(a) La escritura ideográfica

La pintura de objetos, que refleja ideas, es el primer modo de comunicación del pensamiento.

(b) La escritura simbólica o jeroglífica o cuneiforme

La escritura pictográfica es la misma que originó los signos cuneiformes, que al principio se formaban al juntar cinco figuras básicas en forma de cuñas, dibujadas de izquierda a derecha. Los egipcios también comenzaron sus propios escritos pictográficos, conocidos como jeroglíficos, que son imágenes que representan palabras a través de signos o figuras.

(c) La escritura fonográfica

Los sonidos y las voces son representados, lo que permite concluir que la emisión de la voz o la forma de hablar se forma a partir de sílabas. De esta manera, se asigna un símbolo a cada una de esas sílabas.

(d) La escritura silábica

Cuyos símbolos al evolucionar conducirán al hallazgo de las letras, tanto vocales como consonantes.

(e) La escritura literal o alfabética

Reconocida como una de las grandes invenciones de la humanidad, una de las primeras evidencias son las célebres "Tablas de la Ley de Moisés" halladas en el Sinaí, grabadas en piedra, que debieron ser de uso cotidiano para los hebreos.

La invención del alfabeto se remonta a alrededor de 1,500 años antes de Cristo, en la región costera de Siria, con un origen semita (descendientes de SEN, un grupo étnico y lingüístico que incluye a varios pueblos que hablaban arameo, siríaco, caldeo, asirio, hebreo, etc.). Los fenicios, que eran conocidos comerciantes, perfeccionaron y difundieron este sistema alfabético con gran éxito, utilizando elementos de la escritura egipcia como base.

El alfabeto se describe como una colección ordenada de letras y símbolos que indican los sonidos de un idioma, siendo fundamental para la cultura y el avance. Los alfabetos más reconocidos hoy en día incluyen el itálico, el latino, el gótico, el chino, el japonés y otros.

(3) El acto de escribir

Escribir es una actividad complicada, y aprender a hacerlo en la infancia es un proceso difícil. Requiere mucho esfuerzo en distintas etapas, comenzando con la creación de líneas rectas y curvas, así como letras separadas que al principio son irregulares. Luego se pasa al enlace de



letras para formar sílabas, palabras, frases, oraciones y textos. Al principio, escribir es un esfuerzo consciente y deliberado, donde se intenta copiar un estilo de escritura, como el de un maestro. Después, con la práctica, este proceso se vuelve más natural y se realiza en gran parte de manera involuntaria y sin pensar. En esta etapa, la atención se centra más en el contenido o el significado, y no tanto en la forma de escribir, lo que finalmente conduce a un estilo de escritura más maduro, característico del autor.

Se pueden identificar varias etapas en el desarrollo de la escritura:

(a) Escritura infantil

Que se distingue por su falta de organización, una alta tensión, movimiento lento y tembloroso, debido a la escasa control sobre el pulso y la falta de firmeza en la mano al formar las letras, las cuales son reproducidas, un proceso que es consciente, intencional y de imitación.

Figura 227
Vista escritura infantil



(b) Escritura de tipo primario

Más avanzada que la forma infantil, sin embargo, debido a la falta de fluidez en el movimiento de la escritura de las letras y su habitual lentitud, generalmente no muestra un perfil.

Figura 228
Vista escritura de tipo primario



(c) Escritura evolucionada

Es la escritura que, al llevarse a cabo, muestra una forma ideal de las letras, dibujadas con suavidad en el movimiento del bolígrafo y con conexiones visibles entre las letras,



reflejando una variedad de rasgos distintivos que son característicos de la persona que escribe.

Figura 229

Vista escritura evolucionada



(d) Escritura senil

La escritura de las personas mayores se relaciona con la edad avanzada. A medida que las personas envejecen, comienzan a experimentar cambios biológicos que afectan su capacidad para escribir. Esto se traduce en una falta de fluidez en su escritura, que se vuelve más lenta y forzada, mostrando habilidades reducidas al escribir a mano. Se pueden notar temblores, pausas, abreviaciones y estilos variados en su escritura, lo que la asemeja a la escritura de los niños. Sin embargo, a diferencia de la escritura infantil, que continúa mejorando con el tiempo, las limitaciones en la escritura de las personas mayores tienden a aumentar a medida que pasa el tiempo.

Figura 230

Vista escritura senil



(4) Fisiología del acto de escribir

La escritura es el resultado de un proceso psicofisiológico complejo que muestra cómo está organizado el Sistema Nervioso Central, así como los aspectos conscientes e inconscientes de la mente. Primero, como ocurre en cualquier otra actividad, para que una persona escriba, debe haber una motivación presente, lo que significa que se necesita una energía que impulse un comportamiento, generando así dicha motivación. Esta motivación para escribir puede provenir de factores externos o internos.

Posteriormente, se utiliza la percepción, junto con la memoria, la atención y el pensamiento, que son funciones mentales. Hasta este punto, el acto de escribir es completamente automático; sin embargo, se le debe añadir un contenido emocional que se origina a través de



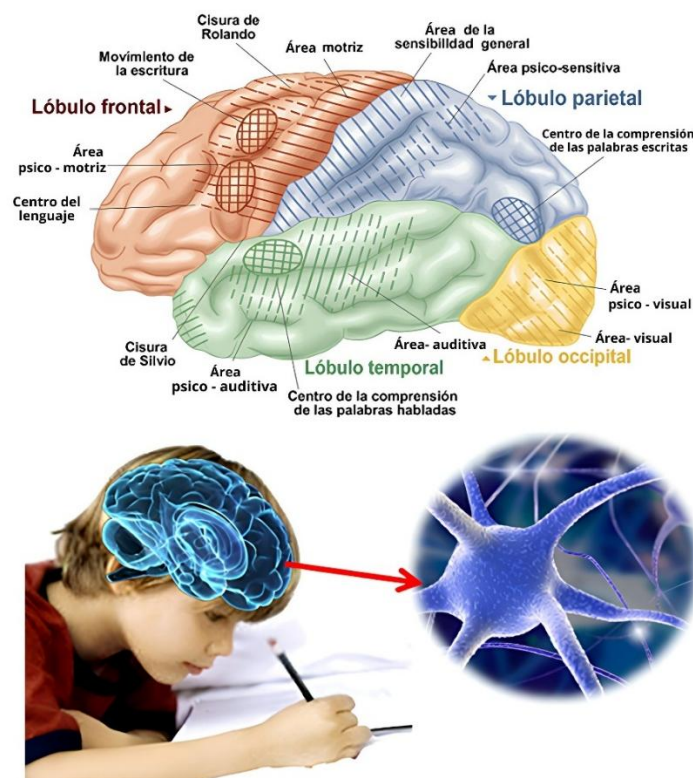
las conexiones entre diversas áreas corticales del cerebro y el sistema límbico, donde es que se produce la carga emocional.

Desde el hipotálamo y la hipófisis, se activan circuitos hormonales y glandulares que afectan diversas partes del cuerpo, lo que significa que el organismo responderá de manera total a la orden que recibe. Una vez que se entiende la orden y se relaciona con lo emocional, esta información llega a la corteza rolandica, que es responsable de la motricidad y que organizará el movimiento del brazo al escribir.

Las áreas parietales secundarias (áreas 1, 5 y parte de la 7 de Brodmann) controlarán, de manera cinestésica, la posición de la mano, su velocidad y presión, entre otros factores. Además, las áreas 39 y 40 de Brodmann, localizadas en las zonas parietales inferiores, ayudarán en el proceso cognitivo espacial, permitiendo mantener la dirección y orientación correcta, evitando que la escritura se desorganice o se vuelva ilegible.

Por lo tanto, en el acto de escribir, la idea se genera en el lóbulo frontal; luego, esta idea se transforma en una imagen mental y visual en el lóbulo occipital, utilizando el lenguaje proporcionado por el lóbulo temporal y ejecutándose a través de la corteza motora, todo coordinado como una acción única por el lóbulo parietal.

Figura 231
Fisiología del acto de escribir



Nota. Tomadas de: <https://cmh.edu.mx/2020/04/06/el-cerebro-y-la-escritura-cursiva/>

(5) Las leyes del grafismo

Se pueden mencionar leyes o principios de estudios experimentales realizados por autores de la especialidad; así tenemos que:



(a) El abate MICHON (1806 – 1881)

Formuló la siguiente ley en 1870: “Los signos gráficos son fijos porque están determinados por condiciones fijas de creación psicológica y fisiológica”.

(b) CREPIUX-JAMIN

Expresó: “Existe una relación entre el carácter y la escritura, del mismo modo que entre el carácter y el gesto, pudiendo ser considerada la autografía como una serie de gestecillos”.

(c) SOLANGE PELLAT

Formuló cinco leyes de la escritura:

(i) “Ley del impulso cerebral”

El gesto gráfico está profundamente vinculado a la influencia directa del cerebro. Este órgano, responsable de la escritura, no altera su diseño si opera con normalidad y está adecuadamente adaptado a su función. Esta ley busca demostrar que es el cerebro quien se encarga de la producción gráfica. Un claro ejemplo de esto se observa cuando un escritor intenta utilizar la mano izquierda, la boca o los pies para escribir. Tras un período de práctica, logra reproducir de nuevo el grafismo primitivo.

(ii) “Ley de la Acción del Yo”

Cuando uno se sumerge en la escritura, el “YO” entra en acción. Sin embargo, esa sensación, casi inconsciente, de participar en este proceso oscila continuamente entre la intensidad y la debilidad. Alcanzamos el máximo nivel de excitación en los momentos de esfuerzo, es decir, al principio del acto de escribir; y, en cambio, el nivel es mínimo cuando el movimiento de la escritura es respaldado por un impulso ya establecido, que suele ocurrir al final del proceso.

Esta dinámica se relaciona con el automatismo gráfico, un fenómeno que se presenta casi siempre en las imitaciones. Al comenzar, el falsificador está excesivamente concentrado en la tarea a realizar. Sin embargo, al final, se deja llevar por sus hábitos, dejando así un rastro de signos que, en ocasiones, pueden identificar al autor de la escritura.

(iii) “Ley de la marca del esfuerzo”

No se puede alterar la escritura natural sin que quede reflejado el esfuerzo realizado para lograrlo. Esto implica que, inevitablemente, el disfraz que se intenta imponer se traicionará a sí mismo. El esfuerzo invertido se manifestará a través de señales o características como pausas, vacilaciones o desvíos, dejando siempre un rastro de interferencia de la voluntad sobre el automatismo gráfico. Algunos escritores logran crear disfraces que parecen estar libres de estas marcas, pero la tendencia a retornar al grafismo natural persistirá, generando características que el perito debe saber reconocer e interpretar.

(iv) “Ley de la permanencia de los caracteres”

Quien escribe en circunstancias donde el acto mismo de escribir se vuelve especialmente complicado, tiende a trazar letras que le resultan más familiares, simples o de fácil construcción. Esta observación se relaciona con la simplificación gráfica, que



se presenta como una consecuencia de la "ley del menor esfuerzo". Tal tipo de escritura frecuentemente ocurre en situaciones inusuales, como en vehículos en movimiento, durante un estado de enfermedad o en la cama, entre otras. A partir de estas simplificaciones, a veces se produce el fenómeno de la "reminiscencia gráfica", donde el escritor recurre a grafismos que aprendió anteriormente, optando por aquellos que le resultan más sencillos que los nuevos.

(v) "Ley de la individualidad de la escritura"

Cada persona tiene una forma de escribir única, que la distingue de los demás. Esta realidad pone de manifiesto que, en la vida cotidiana, hay quienes, sin necesidad de grandes técnicas, son capaces de identificar la escritura de sus familiares o seres queridos.

(6) Principios

(a) Principio de Saudek:

"Nadie es capaz de fingir al mismo tiempo estos cinco elementos del grafismo: riqueza y variedad de formas, dimensión, enlaces, inclinación y presión".

(b) Val Latierro

En su obra "Grafocrítica", menciona diez principios científicos en los que se apoya la grafotecnia y son:

"El alma y el grafismo están en relación permanente de causa a efecto".

- (i) "El alma es un complejo infinito y así como no hay dos almas iguales, tampoco existen dos grafismos iguales".
- (ii) "El complejo anímico se modifica por el complejo fisiológico: tonalidad nerviosa, muscular, glandular, el cual reviste igualmente una variedad infinita por lo que resulta, si así puede decirse, un infinito modificado por otro infinito".
- (iii) "El complejo anímico y la tonalidad general fisiológica definen o determinan la fisonomía del escrito, independientemente del órgano que lo ejecuta si este está adaptado a la función (ambidextros, zurdos, reeducados, escritura con los pies o con la boca) e independientemente también del alfabeto empleado (latín, griego, eslavo, germano, árabe, etc)".
- (iv) "Los estados de conciencia pasajeros o permanentes repercuten en el grafismo, así como las variaciones de la tonalidad general (experiencias de Ferrari, Hericourt y Richet)".
- (v) "La escritura es inicialmente un acto volitivo, pero con predominio posterior casi absoluto del inconsciente, lo que explica la permanencia y fijeza de las peculiaridades gráficas".
- (vi) "No se puede simular la propia grafía sin que se note el esfuerzo de la lucha contra el inconsciente".
- (vii) "Nadie puede disimular simultáneamente todos los elementos de su grafía, ni siquiera la mitad de ellos, lo cual es una consecuencia de lo anterior avalada por la experiencia (Saudek)".



- (viii) “Por mucho que lo pretenda el falsificador o disimulador es imposible, en escritos extensos, que el inconsciente no juegue alguna mala pasada, revelando la verdadera personalidad del escrito falsificado o disimulado”.
- (ix) “No todos los signos gráficos tienen el mismo valor, los más importantes son aquellos que son invisibles o poco aparentes, pues son los que escapan a la imitación”.

(7) El gesto gráfico

Las características únicas del escribiente confieren a su escritura una fisonomía distintiva que nadie más puede replicar. Estas peculiaridades, que se manifiestan de manera constante en el trazo de cada persona, se conocen como gesto gráfico.

El gesto gráfico puede compararse con un ademán o con las actitudes de un individuo; son gestos que se repiten con frecuencia y permiten identificar a la persona, incluso cuando se presenta de manera disfrazada. Por esta razón, el gesto gráfico es un elemento de gran valor para la identificación del estilo gráfico, ya que se encuentra presente tanto en la escritura espontánea como en la falsificada.

En la escritura manuscrita, lo primero que se percibe son los elementos más evidentes, como la forma de las letras. Sin embargo, estos rasgos más visibles son los primeros en ser disfrazados o alterados, lo que les resta valor para el análisis comparativo.

En cambio, las características más sutiles, aquellas que suelen pasar desapercibidas y solo pueden ser detectadas con un aumento, son tan delicadas que a menudo escapan al control del falsificador, ya sea al intentar imitarlas o disimularlas. Por consiguiente, estas particularidades son difíciles de alterar voluntariamente y resultan especialmente importantes para determinar la autenticidad o falsedad de un escrito:

- (a) Forma de la caja de escritural.
- (b) Ubicación y configuración de los puntos de ataque.
- (c) Forma, dirección y ubicación de los rasgos finales.
- (d) Forma de los enlaces.
- (e) Características de los elementos accesorios (barras, signos de puntuación, etc.).
- (f) Deformaciones y configuraciones especiales.
- (g) Persistencia o desigualdades de la velocidad, presión y proporcionalidad.

(8) Variaciones de la escritura

Al igual que una persona atraviesa diversas etapas en su vida, la escritura también se transforma constantemente. Sin embargo, estas variaciones ocurren dentro de ciertos límites, cuya intensidad dependerá de cada individuo. A pesar de estas modificaciones, los elementos fundamentales de la escritura no sufren alteraciones significativas, ya que sus características esenciales permanecen intactas, fruto del "gesto gráfico".

Las razones que originan cambios en la escritura de una persona pueden ser tanto involuntarias como voluntarias.



(a) Involuntarias

Las llamadas naturales son aquellas que producen diferencias en la escritura sin el consentimiento de la persona. Estas se dividen en:

(i) Exógenas

Son aquellas influencias externas que afectan a la persona, provocando una alteración temporal en su escritura. Estas variaciones son el resultado de factores externos que inciden en el proceso de escritura:

1. El instrumento escribiente.
2. El papel.
3. El soporte.
4. La posición al momento de escribir.
5. Las condiciones atmosféricas

(ii) Endógenas

Estos factores se originan en el interior del individuo y generan cambios a lo largo de un periodo que puede variar en duración, llegándose a presentar transformaciones permanentes. Entre las causas endógenas más significativas se encuentran:

1. La edad: la escritura, en términos generales, experimenta cambios que suelen reflejar las distintas etapas de la vida de una persona. En los primeros años, la letra del niño que comienza a escribir carece de evolución, ajustándose al modelo caligráfico sin mostrar espontaneidad, pues se concentra plenamente en el acto de escribir. Sus características más notables incluyen una presión excesiva, un tamaño grande, una velocidad lenta y letras que suelen ser deformadas y desproporcionadas, presentando una organización notablemente deficiente.

Al llegar a la adolescencia, el joven muestra una escritura con una presión firme, una velocidad más normal y formas más evolucionadas, resultado del aprendizaje y la automatización del gesto gráfico que ha adquirido.

En la adultez, la escritura se vuelve semiautomática, con trazos rápidos y seguros que reflejan gestos consolidados, permitiendo incluso reconocer al autor con facilidad.

Sin embargo, en la vejez, el cansancio y las limitaciones físicas naturales provocan temblores seniles, lo que se traduce en letras desordenadas y deformadas. En esta etapa, la presión se debilita, la dirección tiende a ser ascendente, la velocidad disminuye y predominan formas angulosas, incluso en los óvalos, que pueden llegar a ser poliédricos.



Figura 232*Escritura acorde a la edad*

Nota. Izquierda: a los 36 años. Derecha: a los 86 años.

2. Las enfermedades: son alteraciones de la salud que pueden variar en gravedad y que también impactan la escritura. Resultan especialmente significativas aquellas que afectan a una persona desde su nacimiento o su infancia temprana, así como las que se adquieren durante la edad adulta, prolongándose a lo largo de su vida hasta la muerte. Según lo mencionado, las modificaciones en la escritura pueden manifestarse de diversas formas:
 - a. Permanente: se manifiesta en aquellos individuos que han sufrido una enfermedad desde su infancia, lo que provoca que su escritura adquiera características particulares. Estas características pueden cambiar si la enfermedad empeora con el tiempo.
 - b. Adquirida: la mención de enfermedades relacionadas con bebidas alcohólicas, drogas tóxicas y la enfermedad de Parkinson probablemente se deba a las modificaciones realizadas a través de palabras escritas. En términos generales, las deformaciones que presenta la escritura debido a estas afecciones se evidencian a través de temblores, distorsiones, irregularidades en el tamaño y la dirección, interrupciones y desorganización del texto, entre otros aspectos.
 - c. Psicofísicas: los estados emocionales como el nerviosismo y la depresión afectan de manera significativa la escritura. En situaciones de nerviosismo, la caligrafía se caracteriza por ser rápida, con formas irregulares, trazos tensos, presión variable y una inclinación que puede cambiar, mostrando una predominancia en la dirección ascendente.

Por otro lado, cuando una persona se encuentra en un estado depresivo, sus grafías se vuelven lentas, de tamaño reducido, y presentan irregularidades que aumentan a medida que avanza el texto, además de un evidente desorden en la escritura.

(b) Voluntarias

Son modificaciones del grafismo realizadas de manera consciente por la persona. Las principales manifestaciones de estas modificaciones se abordarán en el apartado dedicado a los métodos de falsificación de firmas.



(9) Elementos constitutivos del grafismo

(a) Impulso gráfico

Es la presión aplicada sobre el elemento que escribe, mientras se mueve sobre la superficie durante el acto de crear una línea.

El impulso gráfico se determina por la fuerza y velocidad involucradas en la creación de una línea. Al crear una línea, se producen diferentes velocidades o direcciones que generan un nuevo impulso. Se distingue porque hay una relación mutua en lo que se refiere a los aspectos estructurales de la presión y la velocidad.

(b) Momento gráfico

El momento gráfico se produce desde el impacto del instrumento de escritura hasta su elevación durante la creación de un trazo. Esto implica que, al crear una grafía o letra, puede haber múltiples momentos gráficos.

(c) Acto gráfico

Se determina directamente por la suma de los trazos que una persona desea plasmar en un texto.

(10) Caja escritural o cajón de escritura

Son dos líneas imaginarias paralelas en sentido horizontal, que se ubican entre las pasante superior e inferior de las letras cortas. Estas obtienen características propias del escritor y se deja apreciar en el desenvolvimiento que adquieren las letras dentro de un escrito.

Figura 233

Vista de caja escritural o cajón de escritura

Caja escritural o Cajón de escritura

- (a) Creciente: se da cuando en el cuerpo de la caja escritural, las letras crecen en tamaño unas tras otras.

Figura 234

Escritura creciente

creciente

(b)

- (c) Decreciente: se determina cuando los elementos literales ubicados dentro del cajón escritural decrecen en tamaño.



Figura 235*Escritura decreciente*

- (d) Ondulante: es una característica que se presenta cuando la escritura describe ondas que suben y bajan en su recorrido por la línea de renglón, en forma serpenteante.

Figura 236*Escritura ondulante*

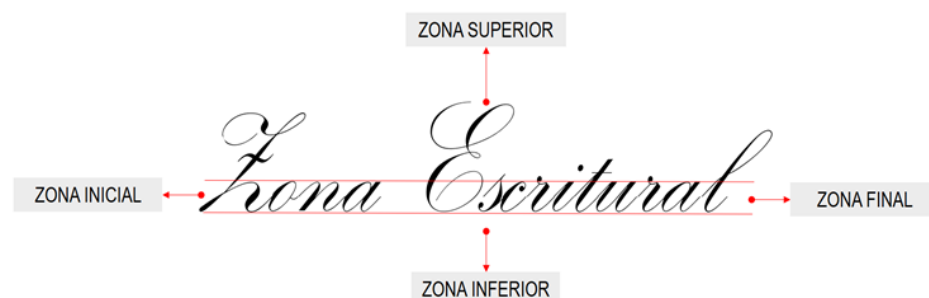
- (e) Cóncava: las líneas de la escritura describen un arco inferior.

Figura 237*Escritura cóncava*

- (f) Convexa: las líneas de la escritura denotan un arco superior.

Figura 238*Escritura convexa*

- (11) Zonas de la escritura

Figura 239*Vista de las zonas de escritura*

(12) Elementos gráficos de la escritura

(a) Constitutivos

(i) Esenciales

Están formados por el conjunto de caracteres considerados esenciales porque sin ellos la grafía no existiría, con ellos se forma el armazón fundamental que permitirá múltiples combinaciones de todos los demás. Son los grammas, trazos y rasgos que, al unirse, componen las letras convencionales.

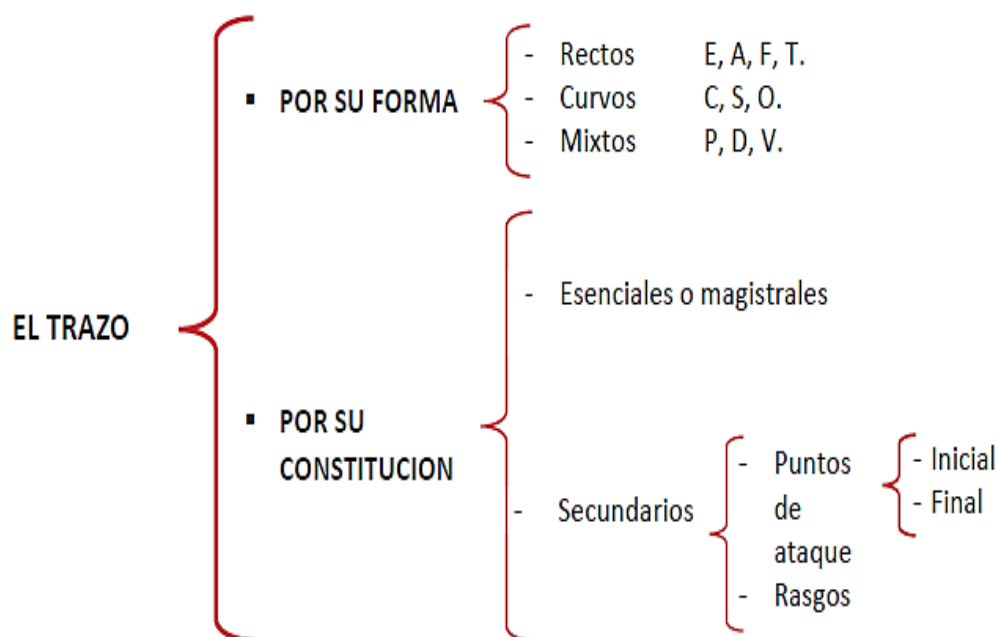
1. El trazo

El trazo se compone de una línea o raya y se forma a partir de una serie de puntos. Es la base o el soporte de una letra, representando la parte esencial de su diseño. Se puede entender como “cualquier línea que define la forma de un realizarse en dirección ascendente o descendente carácter”. En el análisis de los trazos rectos, los que son verticales tienen un papel más destacado, y pueden. Cuando estos trazos fundamentales tienen un movimiento hacia abajo, se les llama magistrales, gruesos o plenos, ya que generalmente, el trazo descendente se ejerce con más presión y es, por ende, más grueso. Por otro lado, si son ascendentes, se conocen como finos o perfiles, porque pierden fuerza debido a su dirección. Estos trazos, por su forma, pueden clasificarse como: rectos, curvos, mixtos (una combinación de curvos y rectos), cóncavos o convexos.

a. Ascendentes

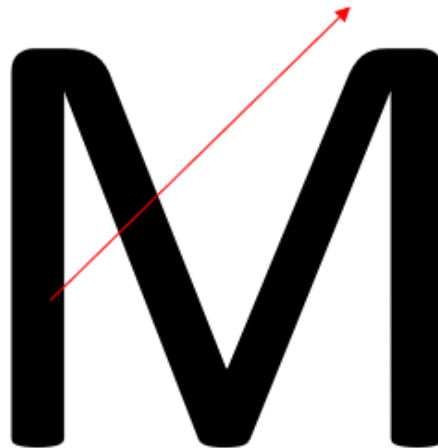
Figura 240

Trazos ascendentes



Se les denomina perfiles. Los perfiles también pueden ser denominados como:

- i. Trazos verticales ascendentes.
- ii. Trazo débilmente presionado.
- iii. Líneas curvas que enlazan los magistrales.
- iv. Líneas comprendidas entre el punto inicial o el final y el trazo magistral.

Figura 241*Trazos ascendentes*

Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología – DIRCRI PNP.

b. Descendentes

Se les denomina gruesos o magistrales; y ello porque, generalmente, el trazo descendente es más presionado y, por lo tanto, de mayor grosor. La norma de los gruesos es que sean rectos y de mayor presión homogénea; sin embargo, en la práctica, además, pueden producirse desviaciones de esta norma y aparecer:

i. Torsionados

Cuando el trazo no es recto, sino cóncavo y convexo o a la inversa; desvía su dirección normal en alguna parte de su trazado.

ii. Inflados

Cuando se produce aumento de presión en algún punto formando un engrosamiento brusco en alguna parte de su recorrido.

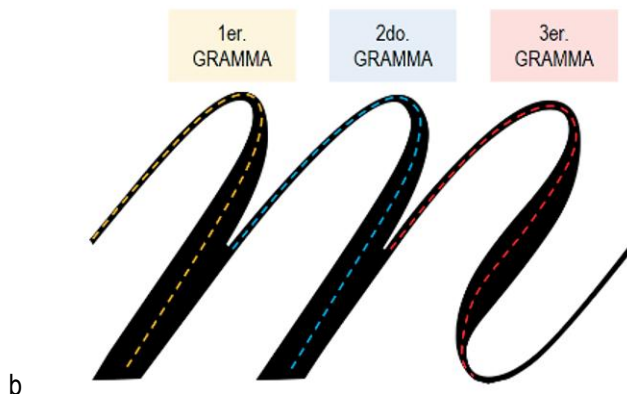
iii. Grammas

Las letras se dividen en "grammas", que se identifican según su lugar en la secuencia. Se pueden describir como: "cada una de las secciones en las que se separan las letras".



Figura 242

Grammas



b

Nota. Imágenes efectuadas en la DIRCRI PNP.

(ii) Secundarios

1. Rasgos

Son las líneas que no son fundamentales para las letras; se pueden quitar sin que se altere la estructura o el contenido principal, además de que pueden conectar un trazo con otro, apareciendo, así como elementos decorativos. Se identifican los siguientes tipos:

a. Rasgos iniciales

Son aquellos que se encuentran al inicio de una letra o en la letra que inicia una palabra que no está conectada con la grafía anterior.

Figura 243

Rasgo inicial

RASGO INICIAL



Nota. Imágenes efectuadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

b. Rasgos finales

Se pueden notar al final de una letra, al concluir la palabra o cuando no está enlazada con la siguiente grafía.

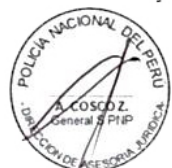
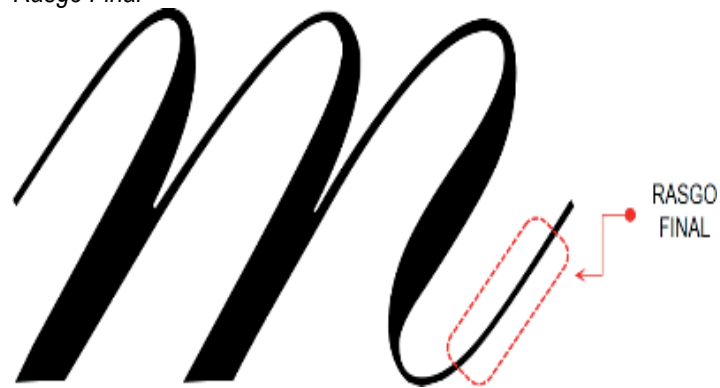


Figura 244
Rasgo Final



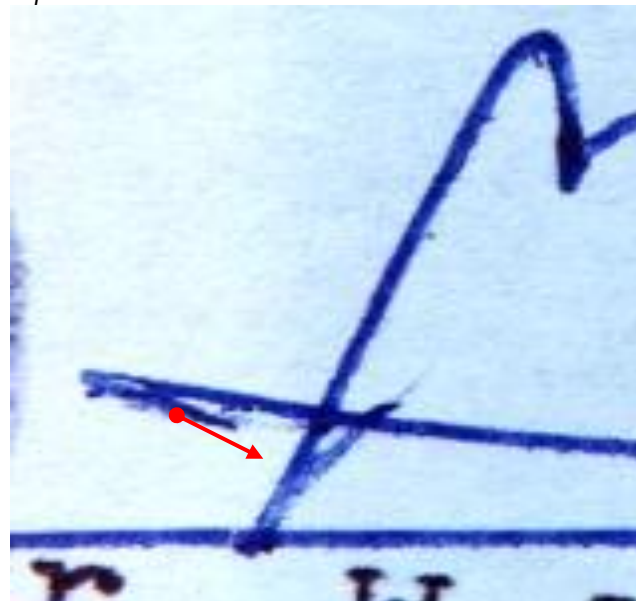
Nota. Imágenes efectuadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

Los rasgos iniciales y finales presentan características muy especiales que se apartan de los modelos caligráficos, pudiendo adoptar las siguientes formas:

i. Arponados

Por su forma parecida a estos instrumentos de pesca, constituido por un movimiento de regresión.

Figura 245
Arponados



Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

ii. Ganchosos

Constituido por un movimiento de regresión en forma de arco.



Figura 246

Ganchosos



Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

iii. Macizos

En los rasgos de ataque, cuando comienza con un movimiento inicial lento posando muy bien el instrumento escribiendo y continuando luego en la misma dirección con una disminución paulatina de aquella; en los rasgos finales, se da por el engrosamiento de la parte final del trazo, por el aumento de la presión.

Figura 247

Macizos



Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

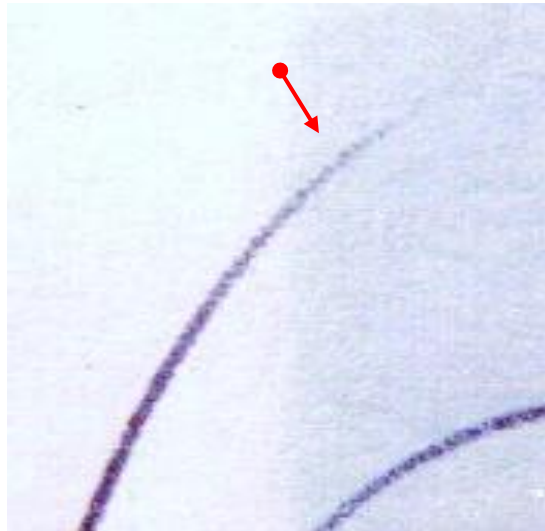
iv. Acerados

En los rasgos iniciales, cuando tienen gran rapidez inicial y escasa presión que luego se va acentuando sin cambiar de dirección; en los finales, por la disminución del grosor de trazo y el aumento de velocidad en su ejecución. Estos a su vez pueden ser:

- Acerado con terminación en punta fina recta.
- Acerado con terminación en punta fina torsionada.



Figura 248
Acerados

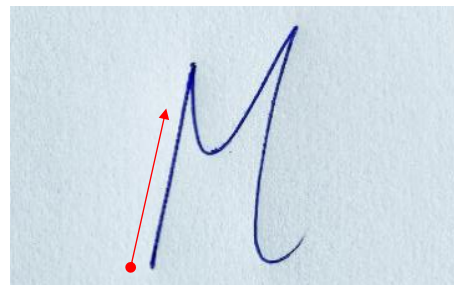


Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

v. Rectilíneos o apoyados

En los iniciales, mantiene la misma presión desde que contacta el instrumento escribiente con el papel y en su prolongación; en el final, se produce una disminución de la velocidad y mayor presión ejercida al terminar la letra.

Figura 249
Rectilíneo

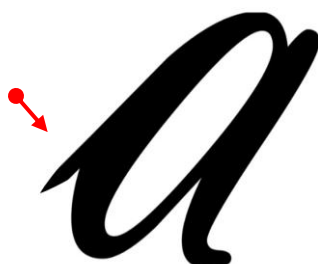


Nota. Imágenes efectuadas en la DIRCRI PNP.

vi. Breves o contenidos

Son apenas perceptible.

Figura 250
Breve



Nota. Imágenes efectuadas en la DIRCRI PNP.



vii. Sinistroenvolventes

Con vuelta a la izquierda, cuyo desenvolvimiento es contrario al recorrido de las agujas del reloj.

Figura 251

Giro a la izquierda



Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología -DIRCRI PNP.

viii. Dextroenvolventes

Con vuelta a la derecha, cuyo desenvolvimiento sigue el recorrido de las agujas del reloj.

Figura 252

Giro a la derecha



Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

ix. Ascendentes

Cuando el rasgo final asciende francamente.



Figura 253
Ascendentes



Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

x. Descendentes

Cuando el rasgo final baja en relación a su magistral.

Figura 254
Descendentes



Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

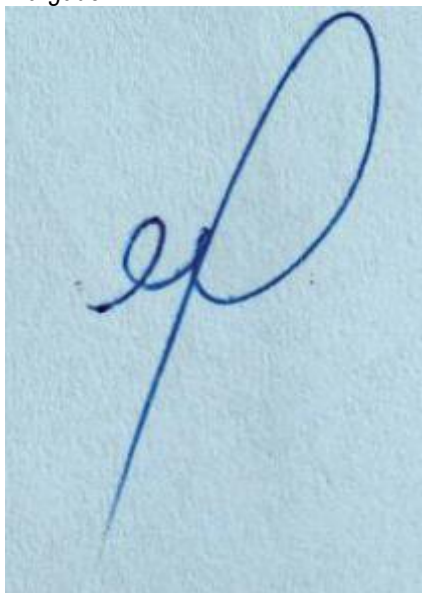
xi. Largos

Cuando su dimensión es exagerada y desproporcional a la letra.



Figura 255

Alargado



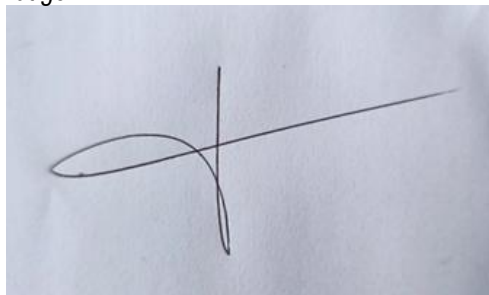
Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

xii. En golpe de sable y de látigo

Se dan más que todo en los finales; el primero, cuando el desarrollo gráfico presenta cambios de dirección con inflexiones en ángulo; en el segundo, es semejante al movimiento que se produce al chasquear el látigo, presentando cambios de dirección con inflexiones curvas.

Figura 256

Látigo



Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

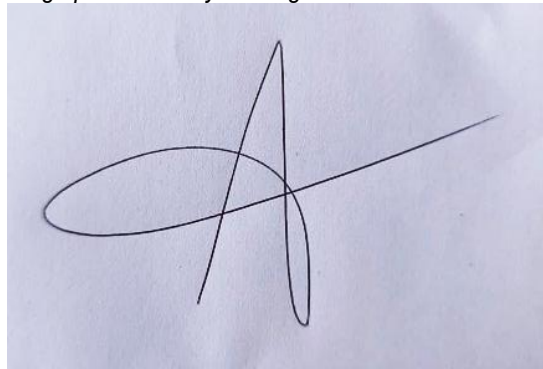
xiii. En golpe de sable y de látigo

Se dan más que todo en los finales; el primero, cuando el desarrollo gráfico presenta cambios de dirección con inflexiones en ángulo; en el segundo, es semejante al movimiento que se produce al chasquear el látigo, presentando cambios de dirección con inflexiones curvas.



Figura 257

En golpe de sable y de látigo



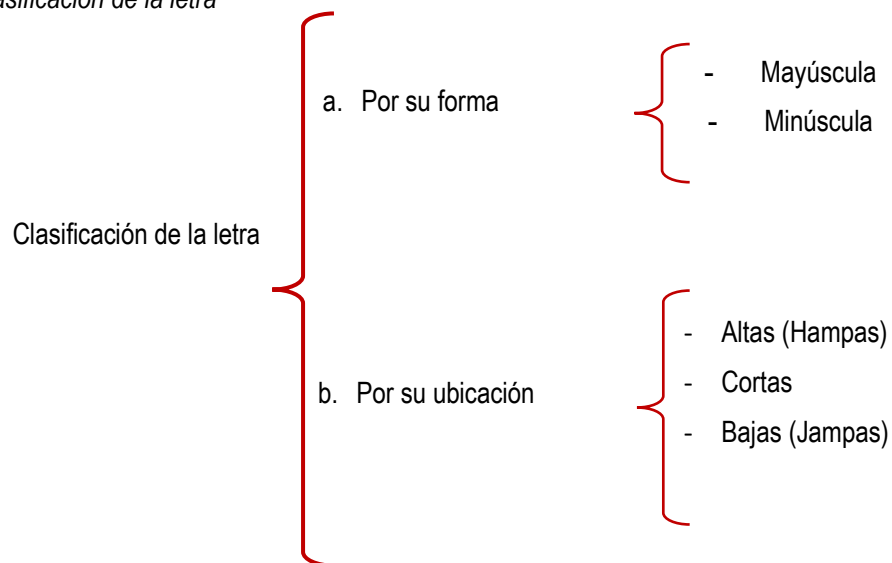
Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

2. La Letra

La letra es la representación gráfica de un fonema, los cuales están sujetos a los convencionalismos de un idioma.

Figura 258

Clasificación de la letra



a. El punto de ataque

El "punto de ataque" es el momento crucial en el que el instrumento de escritura hace su primer contacto con el papel al crear una palabra o letra.

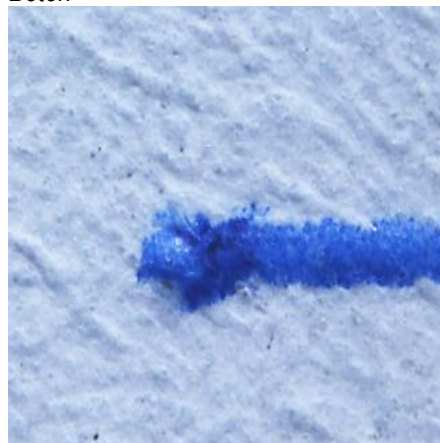


Figura 259*Vista del punto de ataque*PUNTO DE
ATAQUE

Aunque siempre habrá un punto de ataque presente en el trazado, no necesariamente se debe manifestar un rasgo inicial. En el análisis de los grafismos, el "punto de ataque" cobra una importancia fundamental; es el sitio donde comienza el diseño de una letra o cualquier otro gráfico. Es posible que el rasgo de ataque (el ornamentado inicial) no esté presente, pero el punto de ataque siempre debe existir. Este aspecto es objeto de un estudio detallado, ya que en él se reflejan algunas particularidades del movimiento inicial del escribiente, tales como:

i. Botón

Se lleva a cabo una pausa inicial con un engrosamiento del trazo.

Figura 260*Botón*

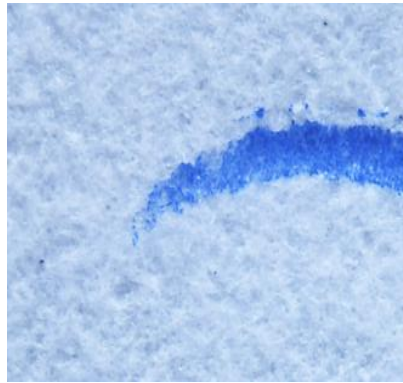
ii. Acerado

Resultado de una elevada velocidad inicial junto con una presión baja que aumenta sin alterar su dirección.



Figura 261

Acerado

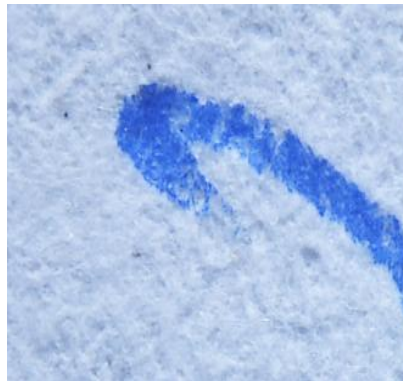


iii. Gancho

El movimiento inicial que va en dirección opuesta al punto de ataque, el movimiento contrario provoca un desarrollo curvo.

Figura 262

Gancho

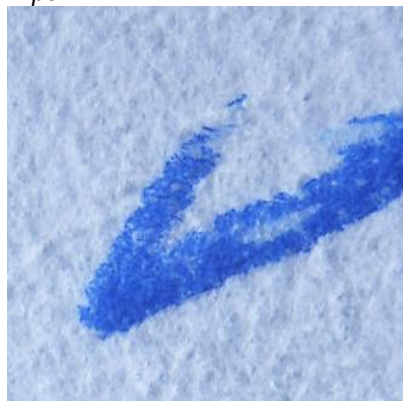


iv. Arpón

El movimiento inicial que va en dirección opuesta al rasgo de ataque puede, en ocasiones, no generar los efectos esperados. Esto sucede porque, al no dejar una huella, el movimiento contrario provoca que el punto de ataque se manifieste de manera rectilínea.

Figura 263

Arpón

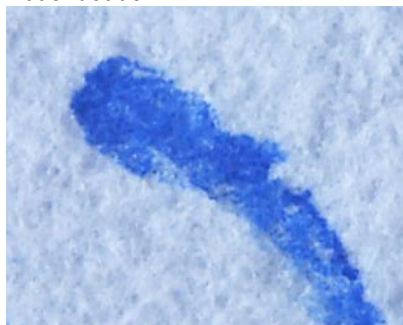


v. Redondeado

Se produce cuando el movimiento inicial es lento; el instrumento de escritura se coloca adecuadamente y continúa en la misma dirección, para luego ir disminuyendo gradualmente.

Figura 264

Redondeado



vi. Maza

Al iniciar con un movimiento lento, se coloca el instrumento de escritura con cuidado y firmeza, aplicando una gran presión al principio y luego continuando en la misma dirección, pero disminuyendo gradualmente esa presión.

Figura 265

Maza

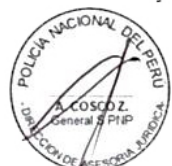
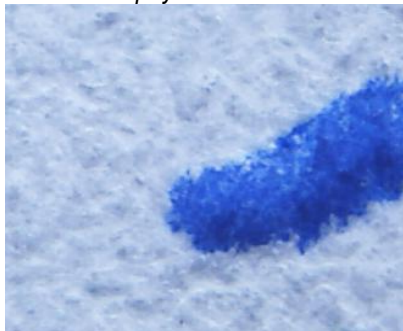


vii. Contenido/apoyado

Cuando se mantiene la misma presión desde el momento en que el instrumento de escritura toca el papel y a lo largo de su trayecto.

Figura 266

Contenido/apoyado

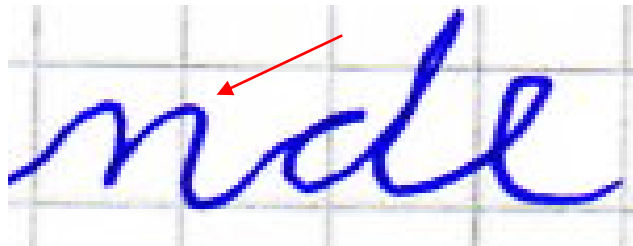


b. Enlaces

El nivel de conexión entre las letras se evalúa según la frecuencia de los enlaces observados, dejando de lado, por lo general, las letras mayúsculas que tienden a aparecer aisladas. Sin embargo, es importante considerar que la presencia de mayúsculas conectadas representa una particularidad en el estilo gráfico. Los enlaces pueden ser:

i. En arco

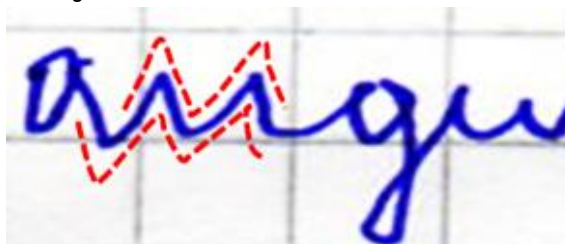
Cuando la parte superior tiene una curva y la inferior presenta un ángulo.

Figura 267*En arco***ii. En guirnalda**

Cuando se forma un bucle en la parte superior y la inferior presenta una curva.

Figura 268*En guirnalda***iii. En ángulo**

Cuando se presenta en la parte superior e inferior.

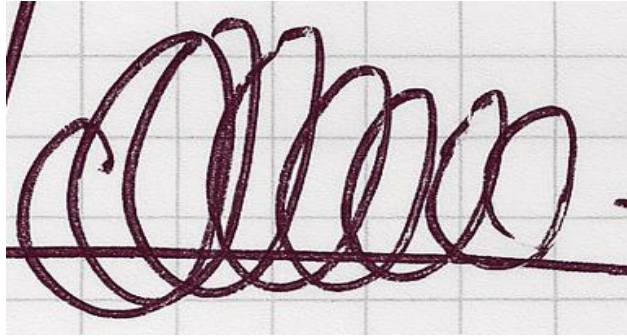
Figura 269*En ángulo*

iv. Inflado

Se trata de un engrosamiento repentino ocasionado por cambios en la presión.

Figura 270

Inflado

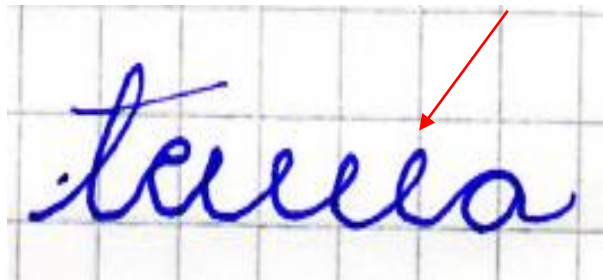


v. Bucles abiertos

Se trata de un trazo curvo que envuelve un espacio vacío, predominantemente verticales.

Figura 271

Bucles abiertos

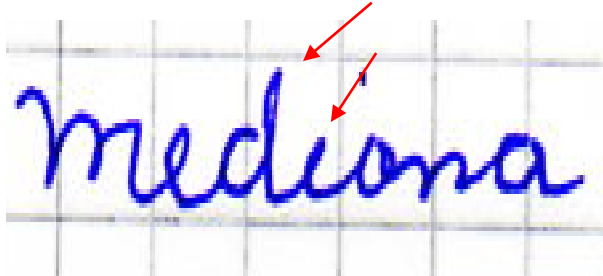


vi. Bucle cerrado o empastado

Se trata de la presencia de ojales que, en su mayoría, son verticales y cuyos trazos se unen.

Figura 272

Bucle cerrado o empastado



vii. En forma de lazos, elipses, espirales, brisados (por sílabas), ligados (todas las letras de la palabra).



(b) Estructurales**(i) Tamaño**

Esto se determina por la altura de las letras, las cuales pueden ser:

- Pequeña: 1.5 mm. Aprox.
- Normal: 2.5 a 3.5 mm. Aprox.
- Grande: 3.5 a 4.5 mm. Aprox.
- Muy Grande: Mayor de 4.5 mm.

Figura 273

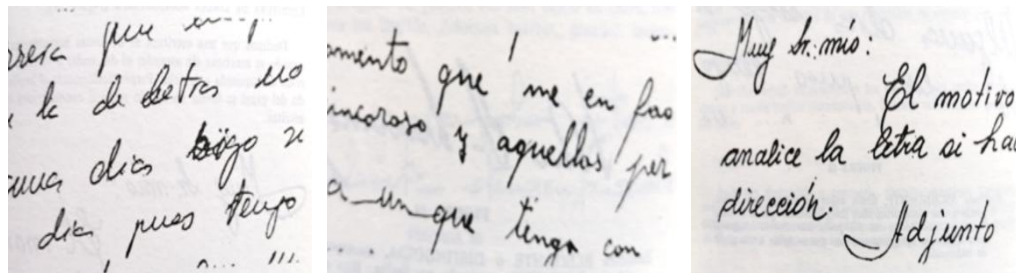
Tamaño

**(ii) Dirección**

Las letras adquieren un significado particular cuando se desplazan horizontalmente. Pueden presentar movimientos ascendentes, descendentes o hacia la derecha (progresiva), teniendo el desplazamiento horizontal como referencia.

Figura 274

Dirección

**(iii) Inclinación**

Se refiere al ángulo formado por las líneas o ejes de las letras que son perpendiculares a la superficie de escritura. Por lo tanto, los caracteres que son rectos y carecen de inclinación generan un ángulo de noventa grados; cualquier desviación de esta posición vertical reflejará una inclinación. Este estilo de escritura es uno de los más variables, tanto de manera consciente como espontánea, por lo que no se debería realizar una evaluación al respecto. A continuación, se presenta la siguiente sub-clasificación:

- 1. Vertical o erguida.** - Los ejes de las letras se presentan en un ángulo recto con la caja de escritura, formando un ángulo de 90 grados.

Figura 275*Vertical o erguida*

2. **Inclinada a la derecha o progresiva.** - Cuando los ejes de las grafías se presentan inclinados hacia la derecha.

Figura 276*Inclinada a la derecha o progresiva*

3. **A la izquierda o invertida.** - Cuando los ejes de las letras se encuentran inclinados hacia la izquierda.

Figura 277*A la izquierda o invertida*

(iv) **Presión**

Conocida también como intensidad, la presión se refiere a la energía o fuerza que se aplica con el instrumento de escritura al plasmar un texto en el papel. Este fenómeno actúa como un mecanismo automático, resultado de los procesos físicos y psicológicos del ser humano. Por lo tanto, intentar modificar la presión de manera intencionada suele ser poco efectivo, y cualquier cambio en la escritura será fácilmente perceptible.

Es crucial evaluar este aspecto con sumo cuidado, considerando diversos factores que pueden influir en diferentes niveles. Algunos de estos factores son inherentes a la persona, mientras que otros son de carácter externo, como el estado emocional, enfermedades, el tipo de papel y el instrumento de escritura utilizado, entre otros. En cuanto a los movimientos gráficos que se desvían del eje central del cuerpo (abducción), estos tienden a mostrar una menor presión, mientras que aquellos que se dirigen hacia el eje central (aducción) suelen manifestar una presión más elevada. Sin embargo, existen excepciones cuando se presentan desarrollos gráficos que desafían esta norma. La presión se clasifica de diversas maneras:

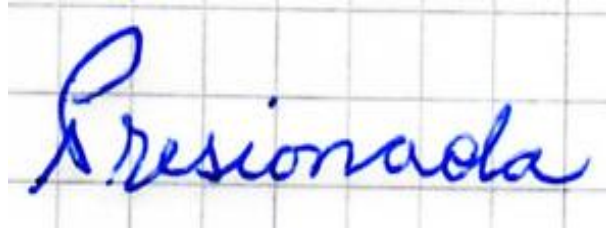


1. Presión fuerte

El objeto que se utiliza para escribir aplica una presión intensa sobre el papel, creando una marca amplia o profunda. Esto generalmente produce trazos de un grosor notable, lo cual, al observar el reverso, se traduce en un relieve pronunciado que se puede sentir al tocarlo. Si la presión ejercida es aún más fuerte de tal manera que llega a romper el papel, se le denominará presión **exagerada**.

Figura 278

Presión fuerte

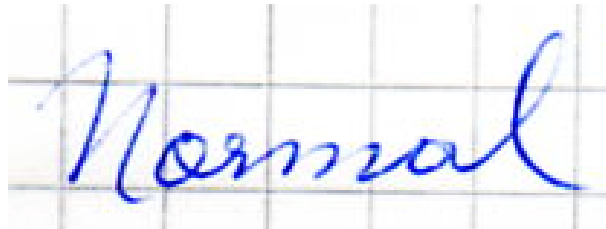


2. Presión mediana

Se distingue por sus trazos que combinan diferentes grosores y contornos, careciendo de uniformidad. Es posible apreciar sutilmente el relieve que las grafías imprimen en el reverso del papel.

Figura 279

Presión mediana

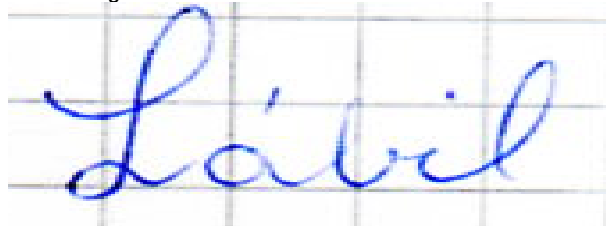


3. Presión ligera

Ofrece una distribución uniforme de tinta, pero con un grosor muy delgado, gracias al contacto suave del instrumento de escritura con el papel, de modo que no se percibe ningún relieve en la parte posterior. Si la presión se ejerce de tal manera que surgen áreas más claras y brillantes, debido a la mínima cantidad de tinta aplicada, se clasificará como "presión débil".

Figura 280

Presión ligera



Existen ciertos elementos que presentan características singulares, tales como:



- **Presión desigual**

Trazos con notables diferencias de presión entre unos y otros.

- **Escritura brisada**

Existen interrupciones en el trazo que ocurren de forma inconsciente. Estas son diferentes de las interrupciones que se observan en la escritura "débil", ya que en este caso el trazo se presenta con mayor presión. Esta característica podría estar relacionada con alguna enfermedad del sistema neuromotor.

- **Torsiones**

Las pasantes inferiores y superiores muestran una inflexión que modifica la dirección natural que inicialmente llevaban.

- **Temblores**

En las pasantes se observan temblores que revelan cierta dificultad para mantener el mismo nivel de tensión que las letras de la caja caligráfica.

Otro aspecto a considerar es la denominada "tensión", que está estrechamente relacionada con el concepto de presión. La relación entre presión y tensión es inversa: a mayor presión, menor tensión y viceversa. En una escritura tensa, se puede observar la firmeza del trazo, el control en la ejecución y su dinamismo. La tensión puede clasificarse en:

- **Fuerte**

Como si poseyera una fuerza capaz de alargar los trazos y resistir cualquier intento de deformarlos, revelando así contornos nítidos y trazos rectos en la escritura.

- **Floja**

Predominan las fuerzas que alteran los trazos en lugar de aquellas que los alargan, tal como ocurre en la escritura temblorosa de las personas mayores.

- **Media**

Cuando la tensión fluctúa entre niveles altos y bajos.

(v) **Velocidad**

La velocidad en la escritura es un reflejo de la destreza y la práctica del escritor. Por el contrario, la inexperiencia se traduce en lentitud al escribir. Sin embargo, es importante destacar que una persona que domina el arte de la escritura puede aparentar lentitud deliberadamente. Lo que realmente no puede ocurrir es que un inexperto logre imitar la habilidad gráfica y la maestría de un experto. Además, hay numerosos factores que se evidencian en la escritura de un profesional que intentan replicar un estilo de alguien que no está acostumbrado a escribir.

Las velocidades en la escritura presentan las siguientes características:

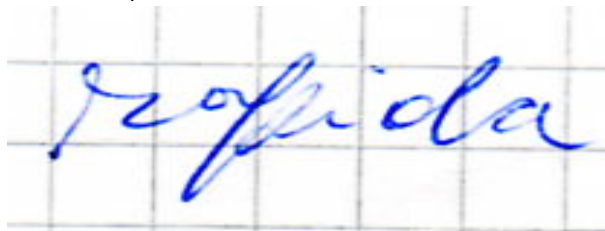


1. Escritura muy rápida

- a. Ejes de las grafías muy inclinados a la derecha.
- b. Formas muy simplificadas y con curvas abiertas.
- c. Tamaño pequeño e irregular.
- d. Poca presión.
- e. Finales acerados.
- f. Muy ligada.
- g. Graficados filiformes de la caja de escritura.
- h. Pasantes superiores e inferiores muy cortas.
- i. Elementos accesorios muy desplazados a la derecha.

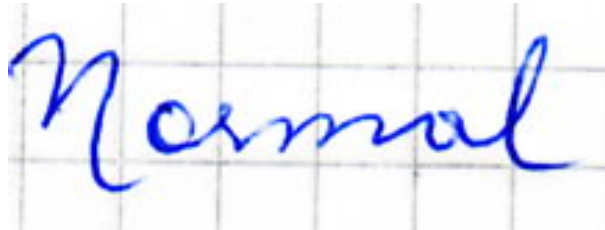
2. Escritura rápida

- a. Formas sencillas, curvas y con cierta simplificación.
- b. Inclinada a la derecha.
- c. Finales acerados.
- d. Tamaño mediano.
- e. Elementos accesorios a la derecha.
- f. Poca presión.
- g. Pasantes superiores e inferiores cortas.

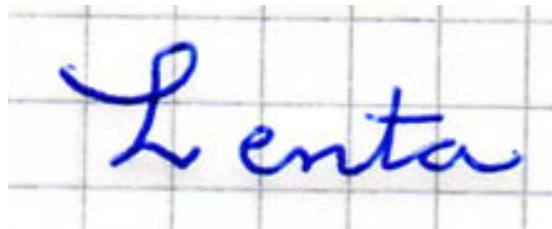
Figura 281*Escritura rápida***3. Escritura normal**

- a. Movimientos isócronos, es decir, que no presentan grandes desigualdades de espacio ni de tiempo.
- b. Dimensiones medianas.
- c. Elementos accesorios colocados con precisión.
- d. Letras completas y bien formadas.
- e. Ausencia de retoques.
- f. Carencia de vacilaciones.
- g. Oscilación de perfiles y gruesos.



Figura 282*Escritura normal***4. Escritura lenta**

- Tamaño muy grande o exagerado.
- Aspecto caligráfico
- Frecuencia de rasgos superfluos o adornos.
- Presencia de tremoridades.
- Se observa vacilaciones, detenciones, añadidos.
- Elementos accesorios retrasados o desplazados a la izquierda.
- Formas muy redondas, angulosas o cuadradas.
- Desarrollos regresivos.

Figura 283*Escritura lenta***5. Variaciones de la velocidad**

En este punto se habla de “tonalidad, cuando lo correcto es hablar de “intensidad”, ya que la tonalidad es la variación cromática de un mismo color”.

Es importante conocer las variaciones de la velocidad, ésta puede ser uniforme o variar aún dentro del mismo trazo, así:

- Cuando la velocidad es igual se produce la tonalidad uniforme.
- Si la lentitud es inicial, la coloración del comienzo es más intensa que la del resto.
- La velocidad puede disminuir en la mitad del trazado, en los cambios de dirección (curvas), por ende, aumenta la tonalidad.
- La presión y velocidad están en relación inversa, entonces es preciso saber diferenciar presión con velocidad.
- Si el escrito se hizo con plumón rígido (bolígrafo, estilográfica) las variaciones de tonalidad pueden corresponder tanto a la velocidad como a la presión.



- f. La profundidad del surco en el anverso y el relieve al dorso del papel pueden ayudar a distinguir una característica de otra.

Dentro de la presión, resulta peculiar lo siguiente:

Encontrar un texto que tenga variaciones de velocidad, pudiendo ser que la velocidad aumente o disminuya a medida que avanza el escrito.

La existencia de una escritura de velocidad uniforme en su desarrollo, constituye una característica gráfica que también reviste valor identificatorio, en razón de que es difícil encontrar una velocidad constante en toda la extensión del texto, lo normal es que se alternen palabras o graficados más rápidos con otros no tan rápidos.

(vi) Proporcionalidad

La relación entre los diferentes elementos del grafismo es fundamental; de acuerdo con las normas caligráficas, todos los componentes de un escrito deben mantener una proporción armónica. La proporcionalidad se erige como uno de los rasgos más constantes en la escritura espontánea y es un aspecto que el imitador o el disimulador no pueden replicar fácilmente, ya que se trata de una cualidad invisible que generalmente no se ve afectada por los intentos de alterar la escritura de manera fraudulenta.

Dentro de los elementos de análisis más relevantes, algunos merecen una atención especial:

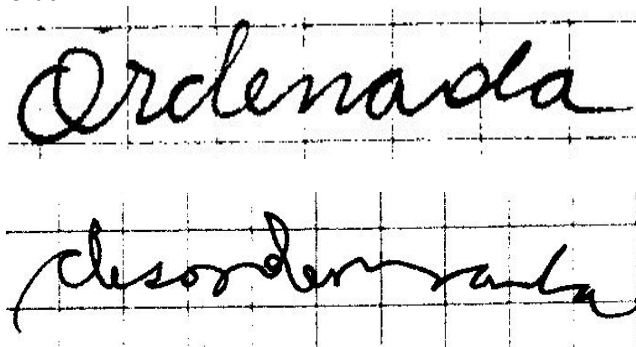
1. Las alturas de las mayúsculas y letras salientes con respecto a la altura de las letras cortas.
2. La distancia entre los ejes, trazos magistrales y espacios interlineales.
3. La anchura de los gruesos con relación a la altura de las letras.
4. La forma de la caja de escritura, midiendo y valorando cada una de las formas que pueda adoptar.
5. La altura media de los signos de puntuación de las letras "i" y de las barras de las "t".
6. La relación entre las medidas de las letras cortas, según que aparezcan al principio, al medio o al final de la palabra.

(vii) Orden

Se trata de cómo se distribuye el texto en el receptor para crear un conjunto armónico. En este caso, se puede observar:

1. Los márgenes, como el paralelismo en relación al borde del papel pueden ser rectilíneo, curvo, ondulante, ensanchado y estrecho.
2. El sangrado de los párrafos.
3. La colocación de los encabezamientos.



Figura 284*Orden***(c) Accesorios**

Este aspecto se centra en el análisis de los signos gráficos que se añaden a las letras, aportando un significado específico a lo que se escribe. Su importancia radica en que, a menudo, pasan desapercibidos, ya que se emplean de manera casi inconsciente. Por ello, resultan sumamente útiles en textos donde el autor busca disimular su identidad de manera evidente. Los elementos accesorios de la escritura son:

(i) Las barras o trazos complementarios

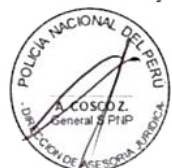
Son los que se adicionan a letras como la “l”, “f”, “ñ” y “q”. En su estudio se puede realizar teniendo en cuenta su:

1. Forma

- a. Guión
- b. Círculo
- c. Curva
- d. Arpón
- e. Sinuosa
- f. Recta
- g. Aceradas
- h. En maza
- i. Ausencia de la barra
- j. Unida a la grafía siguiente, etc.

2. Ubicación

- a. Simétrico
- b. Asimétrico a la derecha
- c. Asimétrico a la izquierda
- d. En la cima del trazo
- e. En el tercio superior o inferior del trazo



f. En el tercio medio del trazo

3. Tamaño

- a. Grandes
- b. Pequeños
- c. Medianos

4. Dirección

- a. Horizontal
- b. Ascendente
- c. Descendente

Figura 285

Las barras o trazos complementarios

CARACTERÍSTICAS DE TRAZOS COMPLEMENTARIOS				
SIMÉTRICO	TERCIO INFER.	TERCIO SUP.	CÚSPIDE	ASIMÉTRICO DER.
ASIMÉTRICO IZQ.	AS.TERCIO SUP. ASIMÉTRICODER	AS.TERC. MED. ASIMÉTRICO IZQ.	DES.TER.SUP. ASIMÉTR.DER.	DES.TERCIO MED. ASIMÉT.IZQ.
POST PUESTO	ANTE PUESTO	SINUOSO	CONVEXO	CÓNCAVO

Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

- (i) Los signos de puntuación, acentuación y expresión

Entiende el examen de los signos de puntuación, los acentos, las diéresis y los signos de expresión, los cuales se clasifican según su función en el texto:

1. Forma

- a. Guión
- b. Punto
- c. Círculo
- d. Virgula
- e. Arpón
- f. Gancho





- g. Ausentes
- h. Unidos a la grafía siguiente, etc.

2. Ubicación

- a. Normalmente ubicados
- b. Antepuestos
- c. Post puestos
- d. Altos
- e. Bajos

3. Tamaño

- a. Grandes
- b. Pequeños
- c. Medianos

4. Dirección

- a. Horizontal
- b. Ascendente
- c. Descendente

ii) Estudio de firmas

(1) Definiciones

La firma se define en el diccionario de la Real Academia de la Lengua como "nombre y apellido que un individuo añade con rúbrica (o sin ella, dependiendo de los casos) al pie de un documento para asegurar su contenido o responder a él", mientras que la rúbrica se define como "elemento o grupo de elementos que al firmar se sitúan cada uno después de su nombre o título, a modo de contraseña, como parte esencial de la firma". Desde la perspectiva de la Documentología, la firma puede ser vista como "la huella del individuo que la diferencia o la reconoce ante los demás".

En nuestro contexto, se entendía como "la representación gráfica que una persona elige para distinguirse ante los demás" o "el diseño gráfico que distingue a la persona"; además, "como una sección del documento que suele estar al final y que asegura o ratifica lo escrito en el texto".

Desde nuestro punto de vista, consideramos más adecuado el trabajo del experto peruano José BALBUENA BALMACEDA, quien caracteriza a la firma auténtica como "el tipo o grupo de formas gráficas, que provienen de su titular, en un periodo específico, mantienen inalterables las características que decidió de manera espontánea para distinguirse ante los demás".



Los equivalentes de firma son: signatura, suscripción, autógrafa, infra-inscripción; mientras que el concepto de "rúbrica" lo interpretamos como un componente gráfico adicional o complementario de las firmas, otorgándoles sobre todo una cierta diferenciación y decoración.

(2) Diferencia entre escritura y firma

- (a) La escritura es impuesta, obligada, por la sociedad. La firma es escogida libremente.
- (b) La escritura es enseñada en las escuelas. La firma es diseñada por cada uno de nosotros.
- (c) La escritura tiene reglas convencionales a respetar, como la caligrafía, la ortografía, sintaxis, etc. La firma no tiene ninguna regla.
- (d) La escritura necesita obligatoriamente las letras. La firma no necesita obligatoriamente letras.
- (e) La escritura tiene un sentido de ejecución. La firma se efectúa hacia cualquier dirección.
- (f) La escritura transmite mensajes. La firma identifica al titular.
- (g) La escritura es una consecuencia social. La firma es un producto del individuo.
- (h) La escritura se puede delegar. La firma es indelegable.
- (i) La escritura puede ejecutarse mecanográficamente o impresa. La ejecución de la firma es esencialmente manual.
- (j) El texto informa sobre el hecho. La firma es señal de aceptación del texto.
- (k) La escritura tiene un idioma que respetar y puede ser traducida a otro idioma. La firma no necesita idioma y no se traduce en otro idioma.
- (l) La escritura no puede inventarse. La firma es inventada.

(3) Proceso de creación de las firmas

- (a) Aprendizaje de escritura y/o diseño de la firma.
- (b) Selección de un diseño para la firma.
- (c) Ejercicio de reacondicionamiento de ajuste.
- (d) Conformidad del diseño de la suscripción.
- (e) Introyección o grabación en el sub-consciente.
- (f) Exteriorización inconsciente de la inmutabilidad de la signatura.

(4) El proceso signatriz

Es el conjunto de sucesos que ocurre dentro o fuera de nuestro entorno. Comienza cuando queremos llevar a cabo nuestra firma y concluye tras la ejecución en sí. Las fases son:

- (a) Información del consciente al inconsciente del deseo de firmar

Cuando entendemos o percibimos que queremos firmar, un mensaje en esa dirección es transmitido por la vía neuronal al inconsciente, que tiene la capacidad de verificar si hay todo lo requerido para proceder a la acción.



(b) Examen de los estímulos materiales

Los diversos estímulos materiales como: el lapicero, papel, mesa, silla, entre otros, son examinados inconscientemente por el sentido del tacto, y si los halla apropiados, le proporcionará una sensación de confort que facilitará la continuación del proceso.

(c) Examen de los estímulos gráficos

Además, es una acción subconsciente que implica confirmar la presencia o ausencia de marcas gráficas en el área de firmar (una línea, un rectángulo, etc.), que por sí mismos son estímulos que provocarán la emergencia de los reflejos gráficos condicionados más apropiados a dicho estímulo gráfico.

(d) Ejecución de los reflejos condicionados

Por ejemplo, si el lugar para firmar es reducido y se compone de un espacio rectangular pre-impreso (estímulo gráfico), el individuo lo percibe y comprende que debe firmar en ese lugar. Por lo tanto, determina la dimensión del espacio y asegura que la firma no exceda este límite; esta adaptación es un reflejo gráfico inconsciente generado por el estímulo gráfico (espacio rectangular).

Se desprende de lo mencionado que "cuando se conoce el estímulo, el inconsciente inicia el reflejo condicionado, sin la intervención del consciente".

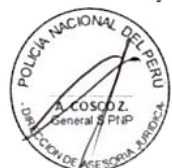
Por otro lado, si el estímulo es desconocido por nuestro inconsciente, requeriremos más datos, por lo que volveremos al estado consciente y buscaremos más información. Es muy probable que el individuo pregunte en dónde debe firmar.

Los estímulos gráficos de mayor connotación son:

- (i) Los bordes del papel, cuando el papel está en blanco.
- (ii) Final del texto.
- (iii) Línea de pauta para la firma.
- (iv) Antefirmas.
- (v) Post-firmas
- (vi) Recuadros para la firma.
- (vii) Texto que dice firma.
- (viii) Marcas especiales: cruces, puntos, otras señales.

(5) Proceso motriz

Los diseños de nuestra firma se almacenan o registran en nuestra memoria motriz, no de manera gráfica, sino bajo impulsos sinápticos conocidos como imagen motriz. Esta es la forma en que nuestro cerebro registra la cantidad precisa de energía que requieren los músculos (brazo, antebrazo, mano, dedos, etc.) para llevar a cabo los movimientos gráficos de la firma. Al transformar las imágenes motrices en sus respectivos movimientos, se produce la acción signatriz (que tiene como objetivo generar la firma). En la memoria motriz encontraremos todos los datos relativos a:



- (a) Movimientos no graficados iniciales, que son los movimientos realizados en el aire, antes que el útil escribiente toque el papel; éstos dan origen al punto de ataque.
- (b) Movimientos graficados, son aquellos realizados cuando el útil escribiente toca el papel produciendo la firma.
- (c) Movimientos no graficados finales, se producen en el aire luego de finalizarla firma.
- (d) La ubicación de la firma con respecto a los estímulos gráficos, cada persona posiciona sus firmas en forma especial en el estímulo gráfico, algunas lo hacen en el centro, otras pegadas al inicio, sobrealzadas, cabalgantes, etc.
- (e) Evocación gráfica.
- (f) Es el proceso inconsciente mediante el cual la imagen motriz es extraída de la memoria motriz y permite la recuperación de las informaciones propias de nuestra firma que se encuentran registradas en la imagen motriz.
- (g) Emplazamientos prefijados.
- (h) Es la ejecución del reflejo gráfico condicionado, donde descubriremos las separaciones que mantiene la localización de la firma en relación a los estímulos visuales. Se podrá determinar que, si el acto signatural se repite varias veces ante el mismo estímulo gráfico, se generarán autógrafas cuyos reflejos gráficos serán constantes, por lo que serán fácilmente perceptibles y medibles, comprobándose que estas mediciones son parecidas; estas mediciones se emplearán como un indicador adicional en la identificación de firmas, dado que serán automatismos gráficos generados por el inconsciente mediante la repetición.

(6) Elementos estructurales de las firmas

En el análisis de la firma, se considerarán los elementos estructurales empleados en el estudio de manuscritos, con el objetivo inicial de observar sus características generales, es decir, los géneros o elementos estructurales, aunque con algunas variaciones y diferentes niveles de valoración. Debido a las numerosas diferencias limitadas con respecto a la escritura, la signatura posee un carácter arbitrario y más personal.

Los elementos gráficos a considerar son:

- El tipo de firma.
- El grado de legibilidad.
- La dimensión.
- La dirección.
- La inclinación.
- La presión.
- La velocidad.
- La angulosidad.
- La proporcionalidad.
- Los enlaces.



- La ornamentación.
- La habilidad.

(a) El tipo de firma

(i) Firma completa

Que pueda comprender el nombre y los dos apellidos, además de ser completamente legible, es crucial que su ejecución sea "plena" sin simplificaciones; usualmente se refleja en documentos de gran relevancia para el titular.

Figura 286

Firma completa



(ii) Media firma

Se refiere a aquella que representa una simplificación o abreviatura de la firma completa, usualmente empleada por los individuos que firman numerosos documentos de menor relevancia.

Figura 287

Media firma



(iii) Visto bueno o visé

Es una firma muy sencilla formada por un trazado sencillo y breve, que puede llevarse a cabo en un solo movimiento de escritura y que se emplea para otorgar conformidad.

Figura 288

Visto bueno o visé



(b) Grado de legibilidad

- (i) Firmas legibles: que está estructurada por elementos literales.

Figura 289

Firma legible

- (ii) Firmas ilegibles: que carece de elementos legibles, constituidas por desarrollos gráficos no convencionales.

Figura 290

Firmas ilegibles

- (iii) Firmas semilegibles: cuando en su estructura existe una mixtura de elementos gráficos legibles e ilegibles.

Figura 291

Firmas semilegibles

(c) La dimensión

Comprende el tamaño de la firma. Es posible considerar dos variables: la longitud y su altura. Por lo general, se aplica lo mencionado en el caso de las escrituras, es decir, basándose en el tamaño de las letras cortas y las pasantes que, en el caso de las firmas, se equiparan a los elementos de la caja signatural y los trazos que se proyectan hacia arriba y abajo. De esto, podemos destacar la siguiente subdivisión:



Figura 292
La dimensión



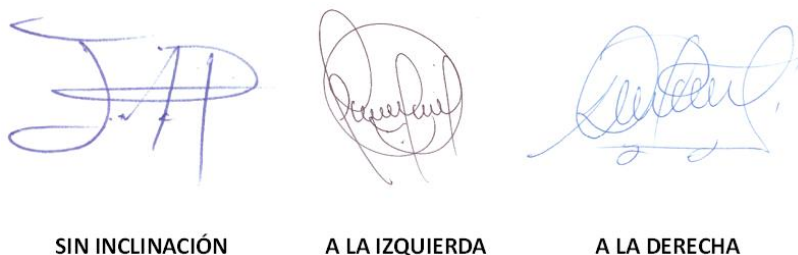
(d) La dirección

Se gradúa utilizando la línea horizontal como fundamento, si la base de la firma es paralela a esta, se considera horizontal. Por otro lado, puede ser ascendente si su evolución se dirige hacia arriba y descendente si se dirige hacia abajo.

(e) La inclinación

Se utiliza la línea vertical como fundamento, dependiendo de la desviación de los elementos signaturales, especialmente los trazos verticales. La inclinación puede ser hacia la derecha, hacia la izquierda o sin inclinación (erguida), en esta última situación cuando se alinea con la línea horizontal.

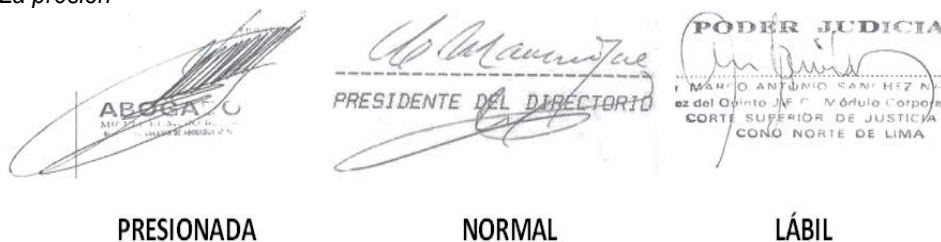
Figura 293
La inclinación



(f) La presión

Es perceptible la fuerza de energía que se ejerce sobre el instrumento de escritura al realizar los procedimientos de firmado y observar el reverso de la hoja firmada. Se identifican tres categorías de presión: presión intensa o fuerte, presión normal y presión suave o débil.

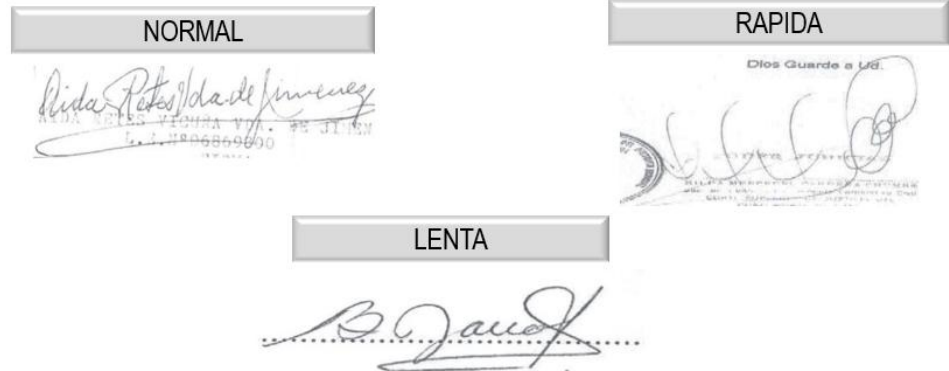
Figura 294
La presión



(g) La velocidad

Se refiere al nivel de rapidez empleado para dibujar los trazos signaturales. Las siguientes son conocidas: la velocidad lenta, normal y rápida.

Figura 295
La velocidad



(h) La angulosidad

Se valora el predominio de grafismos angulosos o curvos en las firmas, por lo tanto, se puede sub-dividir en: **angulosa, curva o mixta.**

Figura 296
La angulosidad



(i) La proporcionalidad

Se refiere a la conexión continua de las medidas entre los diagramas que conforman la firma. El tamaño de la signatura puede cambiar, volviéndose más grande o más pequeña, dependiendo del espacio gráfico disponible para su representación, sin embargo, la proporción siempre se mantendrá constante.

Figura 297
La proporcionalidad



(j) Los enlaces

En las firmas se manifiestan por el nivel de conexión entre sus componentes gráficos. En este género, lo crucial a considerar es la constancia en vincular o desvincular algunos de los componentes de la signatura.

Figura 298

Los enlaces

laboratorio más alto, de acuerdo a ley
sario la intervención del obligado

Aceptante

(k) La ornamentación

Se refieren a los diseños gráficos que adornan las firmas, usualmente presentes en las letras mayúsculas y la rúbrica, lo que facilita su apreciación en las firmas legibles.

Figura 299

La ornamentación

(l) La habilidad

Es el nivel de destreza que se manifiesta en la realización de la firma, que puede ser de poca habilidad o de gran habilidad. Aquí es importante distinguir que los analfabetos suelen mostrar escasa habilidad para suscribir, mientras que los individuos con educación suelen suscribir con gran destreza; y que, debido a diversos factores como la enfermedad o la ancianidad, se puede perder la habilidad para suscribir.

Figura 300

La habilidad

HABIL **NORMAL**

POCO HÁBIL

(7) Elementos identificatorios de las firmas

En este apartado, similar al de las escrituras, abordaremos los componentes que distinguen la personalidad gráfica, ya que no son visibles para el titular y, por ende, para el imitador. Sin embargo, con una perspectiva distinta, dado que, como se mencionó previamente, la implementación de las suscripciones es arbitraria y no cumple con ninguna norma convencional. Los factores identificativos a tener en cuenta son:

(a) Forma y ubicación de los puntos de ataque

Respecto a la forma, se considerará la clasificación proporcionada para las escrituras, las cuales podrían tener las siguientes configuraciones: acerado, arpón, botón, ganchoso, breves, rectos, redondeados, entre otros.

La localización debe tenerse en cuenta en relación con los propios desarrollos gráficos que conforman la signatura; por ejemplo: podríamos afirmar que el punto de ataque se ubica en la cúspide del magistral.

(b) Forma, dirección y ubicación de los rasgos finales

Estos son analizados al igual que los puntos de ataque.

(c) Cambio de presión en la ejecución de la firma

Esta se debe a la variación continua de la fuerza que se aplica en toda la extensión de la autógrafa; es esa variación en la presión en sectores bien definidos que distingue a las firmas genuinas.

Este elemento puede ser apreciado considerando dos elementos: el primero, implica que el poseedor de la suscripción en su nivel consciente no tiene conocimiento de cuándo ni cuándo ocurre la variación de presión, lo que significa que no lo notifica.

El segundo factor hace referencia al falsificador, a quien le resultará complicado replicar las variaciones de presión ya que es prácticamente inviable percibir la presión aplicada en toda la longitud de los desenvolvimientos gráficos; ejecutará trazos homogéneos ya que está trazando los trazos; y, dado que el falsario tiene sus propias variaciones de presión que se reflejarán al tratar de falsificar.

(d) Características de los elementos accesorios

Cuando las firmas son legibles o con elementos literales, los signos auxiliares (puntos, barras, tildes, etc.) serán examinados de la misma manera que los manuscritos, prestando atención a su forma, ubicación, altura y ángulo; sin embargo, es importante destacar que también pueden surgir otras formas de signos no tradicionales, como rayitas, círculos, ángulos y puntos específicos que pueden poseer un significado.

Por otro lado, cuando las letras en una firma, debido a motivos de simplificación, pierden su carácter caligráfico, pero suelen conservar sus puntos, acentos, barras, etc., que a menudo seguirán acompañando a la letra que ya no está presente. Por eso, muchas firmas que ya no son legibles, poseen una serie de puntos y rayas. Parece que los signos



accesorios se adhieren con más fuerza a nuestra percepción, siendo más complicado suprimirlos y resistir las simplificaciones.

(e) Las relaciones entre los elementos signaturales

Son aquellas relaciones especiales y constantes que existen entre dos elementos gráficos de la firma. Estas pueden ser:

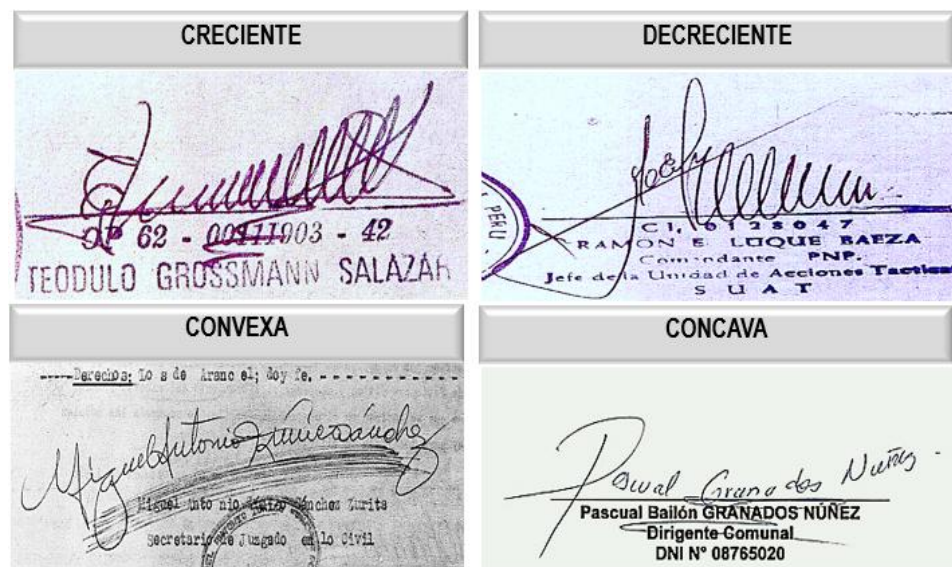
- (i) Intergramaticales, que se presentan entre los grammas de una misma letra.
- (ii) Interliterales, que aparecen entre dos letras. Pueden ser relaciones de inclinación, de fusión, de alturas, de dimensión, de dirección, etc.
- (iii) Intervocabulares, se aprecian entre dos vocablos diferentes de la firma.
- (iv) Interproporcionales, que se dan entre la proporción que puede presentar un elemento signatural respecto a otro.

(f) Forma del cuerpo de la firma

Similar a la escritura, la forma que adopta el cuerpo signatural tiene relevancia para propósitos de identificación; con este fin, solo se toman en cuenta las grafías cortas o sus equivalentes en caso de firmas incomprensibles, agrupándolas en sus límites superior e inferior, de manera que se genera una figura distintiva que se replicará de manera parecida en un conjunto de suscripciones auténticas del titular. Al mismo tiempo, es necesario enfocarse en la orientación que adopta en su desenvolvimiento.

Figura 301

Forma del cuerpo de la firma



(g) Los reflejos gráficos condicionados

Se refiere a la respuesta visual del inconsciente ante un estímulo gráfico específico o punto de referencia extrínseco. Esta respuesta visual determina la forma de la firma en el papel, perennizándola y haciéndola perceptible.

Los reflejos gráficos condicionados tienen las cualidades de ser:

- i. Constantes
- ii. Medibles
- iii. Experimentables
- iv. Demostrables
- v. Útiles para fines identificatorios
- vi. Los indicadores más importantes que se deben tomar en cuenta para el estudio de los reflejos gráficos condicionados son los siguientes:
- vii. Relación de ubicación y distancia entre el cuerpo signatural y la línea de pauta u otros puntos de referencia similares.
- viii. Relación entre la firma y el inicio de la línea de pauta.
- ix. La proporción de la firma respecto a los puntos de referencia extrínsecos como recuadros, casillas u otros similares.
- x. Relación de la firma respecto a los bordes del papel en blanco.
- xi. Relación de la firma con relación al texto que antecede.

(8) Requisitos de una firma auténtica

Para que una firma sea considerada auténtica o válida, se requiere como mínimo los siguientes requisitos:

- (a) Que provenga del titular, caso contrario es fraudulenta.
- (b) Que esté vigente, dado que las firmas evolucionan y cambian con el tiempo; la suscripción de un individuo que tiene alrededor de 20 años, si ha experimentado una evolución gráfica, no merece la denominación de auténtica, solo se podrá afirmar que proviene de su titular.
- (c) Que reproduzca el diseño escogido, esto implica que respete los comportamientos gráficos habituales. Contrariamente a este requisito se encuentran las situaciones en las que la signatura experimenta alteraciones en su diseño.
- (d) Que sea original, es decir que haya sido trazada en forma directa en el receptor y que sea ajena a cualquier tipo de reproducción como las obtenidas por: pantógrafo, fotografía, fotostática, magnetográfica, digitalización informática u otros.

(9) Variaciones de las firmas

Numerosos elementos tienen la capacidad de cambiar o modificar las firmas, al igual que lo mencionado en la escritura, de manera que, entre las modificaciones y las suscripciones habituales de la misma persona, no haya ninguna similitud. En este punto, destacaremos principalmente las dos variantes presentes que son las alteraciones involuntarias y las voluntarias, y en los casos más comunes:

- (a) Modificaciones involuntarias o naturales
 - (i) Modificaciones por razones personales, cuando la firma varía por trastornos físico o mental.



- (ii) Modificaciones por razones materiales, cuando los instrumentos y o materiales usados para la firma presentan deficiencia y dificultan en el acto de firmar. Ejemplo, firmar habiendo colocado el papel sobre una superficie rugosa.
- (iii) Por razones circunstanciales, firmar caminando, acostado, etc.
- (iv) Por razones profesionales, por el trabajo que desempeña, la persona se ve obligada a utilizar diversas maneras de firmar; el "visto bueno" es ejemplo clásico.
- (v) Por razones afectivas en la vida diaria, el enamorado que escribe a su novia difícilmente gráfica su firma usual, sino que suele "trazar una firma íntima", quizá utilizando sólo su primer nombre eliminando el apellido.
- (vi) Por razones del cambio de estado civil, normalmente, la mujer después de casada adopta el apellido de su esposo. La modificación es evidente.
- (vii) Por razones de cualidades personales, entre ellos tenemos los seudónimos utilizados por algunos artistas.
- (viii) Por razón de habilidad de la mano utilizada, cuando por cualquier razón (accidente, por ejemplo), una persona se ve obligada a firmar con la mano que jamás usó para este acto.
- (ix) Por razón de la evolución de la firma: todas las firmas cambian con el paso del tiempo: Después de 20 años, si se compara la primera con la última, se verificará que pueden existir variaciones.

(b) Modificaciones voluntarias o dolosas

En este punto, es relevante discutir todas esas modificaciones deliberadas realizadas por el individuo que afectan las firmas, las cuales se incluyen en el rubro "Métodos Falsificación de Firmas".

En términos etimológicos, la falsificación se deriva del término falso, que se traduce como: engañoso, simulado, ilegítimo, apócrifo, ilusorio, confuso, ficticio, alterado con el propósito contrario a lo que se pretende transmitir; en esencia, es lo contrario a la verdad.

La falsificación de una firma corresponde a la conducta humana de ejecutar o sustituir la signatura de otra persona, acción que puede afectar a documentos públicos y privados.

En tal sentido, desde el punto de vista grafotécnico, firma falsa constituye "aquella forma gráfica que no procede del puño gráfico de su titular". Desde el punto de vista jurídico penal, las falsificaciones de firmas tienen trascendencia, siempre en cuando concurren los requisitos siguientes:

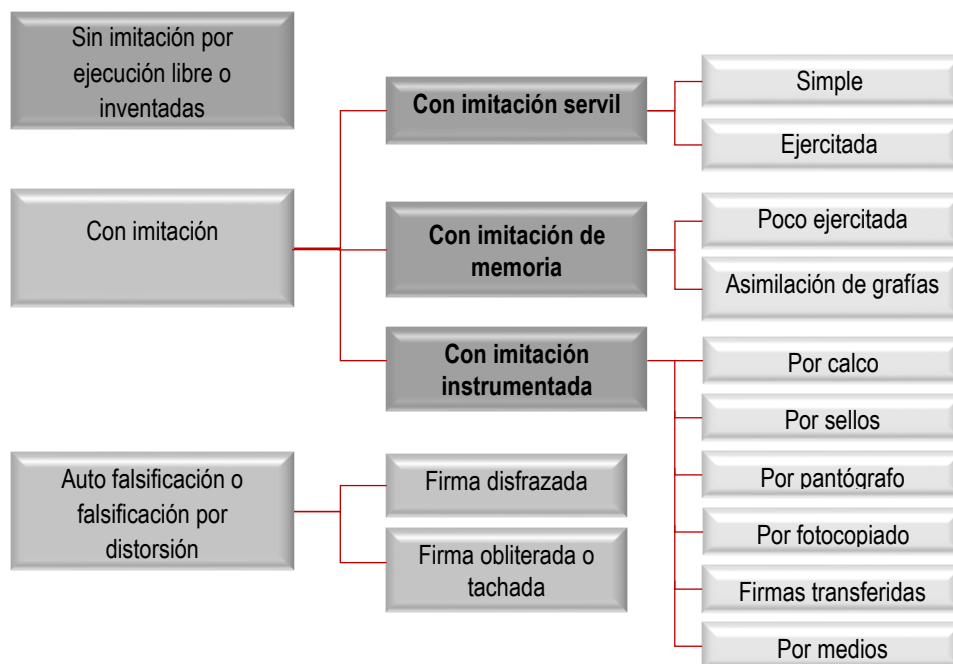
- Que de origen a un derecho inexistente.
- Que de origen a una obligación inexistente.
- Que se compruebe un hecho contrario a la verdad.
- Que alguien resulte perjudicado.



(10) Métodos de falsificación de firmas

Figura 302

Métodos de falsificación de firmas



(a) Firmas falsificadas sin imitación, por ejecución libre o inventadas

En esta variante, el falsario no posee un patrón o modelo, solo sabe el nombre y apellido del individuo afectado, de quien desconoce cómo firma. Realiza lo que el cerebro le instruya, cuyo desenlace será totalmente contrario al grafismo auténtico. En estas situaciones, es posible identificar o reconocer al creador, dado que, al no realizar una acción imitativa, lo que realiza es crear una forma gráfica. Al crear, extrae de manera inconsciente desenvolvimientos gráficos guardados en su memoria, empleando de esta forma rasgos que son propios de su personalidad gráfica.

Figura 303

Falsificación sin imitación



(b) Firmas falsificadas con imitación

(i) Por imitación servil

1. simple

El autor busca un modelo de firma o escritura que busca replicar, reproduciéndolas con la mayor exactitud posible, es decir, aproximando al máximo al modelo; de ahí surge la denominación Servil, donde el falsario se aferra al modelo.

Características:

- Trazado lento.
- Tremorositades.
- Vacilaciones o mala interpretación del desenvolvimiento de los trazos o rasgos.
- El falsario no toma en cuenta los trazos finos y los plenos o gruesos.
- Retoques.
- Reducción o ampliación del espacio gráfico (en firmas).
- Sobrecargas de tintas.

Figura 304

Imitación servil



2. Ejercitada

El falsificador obtiene varios modelos de firmas auténticas y las practicará, en un periodo no muy largo, para ajustar su mano a los desenvolvimientos gráficos que presente, hasta que considera apropiado que se asemeje a la auténtica. No mostrará numerosos indicios de falsificación, tal como sucede en la imitación servil, lo que le permitirá engañar con facilidad a los inexpertos.

Características:

- Trazado fluido, denotando cierto dinamismo y espontaneidad.
- Hay pocas paradas, retomas y retoques.
- Simplificación de trazos y rasgos (magistrales u otros elementos literales).
- Ciertas tremorositades.
- No se reproducen gestos gráficos tales como: puntos de ataque, enlaces, remates, signos de puntuación, etc.



- Desarrollos gráficos mal interpretados.
- El perito necesitará de muestras suficientes que sean coetáneas, homólogas y espontáneas.

Figura 305

Imitación servil ejercitada



(ii) Por imitación de memoria

1. Poco ejercitadas

En este tipo de falsificación el autor replica o reproduce una firma autentica, pero sin imitar sus características identificatorias, denotando cierto esfuerzo durante la ejecución de las mismas.

2. Por asimilación de grafías

Para esta clase de falsificación, el autor necesita un modelo o patrón y no se restringe a replicar una escritura o firma, sino que antes lleva a cabo un periodo de entrenamiento, que le facilita conocer y aprender a imitar los reflejos característicos de la escritura de su víctima.

Con este método, el falsario consigue dibujar de manera sencilla y rápida una gráfica muy similar a la verdadera, que parece natural, no presenta señales de esfuerzo y rasgos anormales que se distinguen en las demás falsificaciones. Por ejemplo, el secretario es capaz de replicar con gran precisión la firma de su superior, a quien tiene la posibilidad de verla firmar cada día, por lo que percibe el avance dinámico de sus gestos visuales.



El estudio de esta clase de falsificaciones se realiza con abundantes muestras, en las que se analiza todos los elementos formales y estructurales constitutivos del grafismo, para:

- Conocer los hábitos del autor de la escritura auténtica.
- Descubrir las divergencias.
- Descubrir los movimientos mal interpretados por el falsario.
- Examinar los enlaces y alineamientos.

(iii) Con imitación instrumentada

1. Falsificación por calco

Es la reproducción de un escrito o firma mediante los siguientes procedimientos:

a. Transparencia o cristal mate

El Falsario necesita del documento auténtico (escritura o firma); para ello, emplea una placa de vidrio similar al tablero del fotógrafo, con iluminación intensa por debajo; también se conoce como "aparato de Bischoff".

Encima del dispositivo se sitúa el documento indubitado y sobre él el papel donde se realizará el trazo. Posteriormente, se siguen las líneas del modelo que son perceptibles por transparencia, consiguiendo la copia deseada sin perjudicar el original. Este procedimiento se puede identificar con facilidad debido a las imperfecciones y anormalidades que presenta.

b. Por coloración o grafito

En este escenario, el falsario inicia con la pintura del dorso de la muestra a copiar, después se sitúa bajo el documento auténtico (escritura o firma) una hoja de papel blanco donde se va a reproducir, y finalmente se limpia con tinta los surcos que se han transferido.

Se nota que el original se deteriora debido a que será marcado por el repaso y las sustancias colorantes (grafito); también se encontrará pigmentación en el papel donde se consigue la firma o el manuscrito. Además, resulta complicado que los trazos logrados sean totalmente cubiertos con el repaso de la tinta, ya que quedarán fragmentos del surco originado por el calco.

c. Con papel carbón

Se trata de replicar un documento o firma, manteniendo los trazos del modelo original, pero entre el documento auténtico y el papel en blanco se ubica una hoja de papel carbón. Además, la firma o escritura original se mantendrá debajo del repaso o superposición de trazos. Asimismo, en la copia no se ajusta de manera perfecta al surco y siempre quedan rastros del papel carbón.

d. Punta seca o roma

Se repasa el modelo auténtico (firma o escritura), utilizando un objeto punteado, para que la fuerza que se imprime en él, deje pasar las marcas en el papel blanco,



y posteriormente se rellena con tinta. Asimismo, es muy complicado que el relleno cubra completamente el surco.

Si bien es verdad que es sencillo hallar este tipo de falsificaciones, resulta imposible identificar al autor, dado que no existen los reflejos de su escritura; por ende, es imprescindible recordar este principio: "Cuando por transparencia dos escrituras o firmas coincidan completamente, una de ellas es falsa".

2. Falsificación por sello

El falsario utilizará una firma genuina para crear un sello, y mediante el uso de un amortiguador, estampará la firma en el receptor. En ciertas situaciones se realiza un seguimiento de la marca utilizando un dispositivo de escritura. En esta versión, se notará la falta de trazos plenos y finos, con temblores, retomas y pausas, y la proyección gráfica será pausada, resultando excesivamente borrosa.

3. Falsificación por pantógrafo

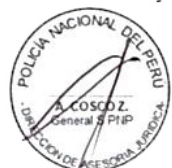
El escritor consigue una firma modelo, y utilizando un pantógrafo, donde condiciona un instrumento de escritura en uno de sus extremos, realiza un seguimiento de la firma en el destinatario seleccionado para la falsificación. Se observará que el trazado es homogéneo, de calibre uniforme, no mostrará trazos finos; no se replican características específicas, como los puntos de ataque o rasgos iniciales, coligamentos, rasgos finales, signos de puntuación, etc; la proyección gráfica no mostrará la misma presión y velocidad. Solo se notará una analogía en su condición morfo-estructural.

Hoy en día, se emplea el "*Pantógrafo electrónico*", que opera bajo los mismos fundamentos del pantógrafo manual, pero fundamentado en principios electrónicos que facilitan la identificación de los trazos de la firma a través de sistemas digitales o scanners, para posteriormente reproducir o imprimir el facsímil con tinta, ya sea a través de un dispositivo de escritura en el brazo reproductor o a través de impresoras.

4. Falsificación por fotocopidora

Todos conocemos el enorme valor de las máquinas fotocopadoras, que facilitan la duplicación de cualquier documento con el mínimo esfuerzo. Por motivos evidentes, esto resulta sumamente atractivo para el falsificador, dado que le facilitará la falsificación de firmas sin la necesidad de recurrir a los procedimientos tradicionales previamente mencionados. Hay dos variantes en este campo: primero, se utilizan las fotocopadoras en blanco y negro, y, en segundo lugar, se utilizan las fotocopadoras a color.

En la primera modalidad, se copia una suscripción auténtica graduando la máquina de fotocopiado en el tono más tenue. Luego, se repasan los desenvolvimientos gráficos con tinta, resultando en la falsificación, la cual necesita ser retocada para eliminar los rastros de tóner que son característicos en estas reproducciones. Cuando se emplea una fotocopadora de colores, el falsario simplemente reproduce a colores el modelo original de la firma, finalizando así el fraude.



5. Firmas transferidas

Se trata de que la firma auténtica es tratada con componentes químicos que provoquen reacción con la tinta, de manera que, debido al efecto reactivo de la tinta, se asemeja a estar recién trazada. Después, con un rodillo de caucho se recolectan estos trazados (como el empleado en el sistema offset), permitiendo levantar la tinta, para luego transferirlos a otro receptor, donde la firma se impregnará, perdiendo así su valor de autenticidad.

En estas circunstancias, la firma adquirida podrá ser pálida o desteñida, pero será una réplica precisa de una firma genuina. Los que emplean este método suelen tomar la precaución de humedecer el papel para confirmar más adelante que la palidez de la tinta se debe a que el papel se ha humedecido, lo que conlleva a situaciones complejas.

6. Falsificaciones por medios informáticos

Con el progreso y expansión de la tecnología de la información, este tipo de fraudes han adquirido una incidencia significativa en el conjunto de los fraudes documentales. El proceso se realiza de la siguiente manera: en primer lugar, mediante el uso de un scanner o una cámara fotográfica, se captura el diseño de la signatura modelo; en segundo lugar, esta imagen es trasladada (digitalizada) al ordenador; y, en tercer paso, se realiza su impresión con cualquier tipo de impresora (de inyección de tintas, láser, etc.) ajustándola al texto seleccionado, de forma que se genera un documento fraudulento.

Algunas señales que evidencian esta falsificación incluyen: la ausencia de presión en la traza de la firma, a una visión ampliada se puede corroborar que se ha realizado con tonners y no con tinta apropiada, la impresión es tricromática o policromática, la falsificación corresponde precisamente al original y, si hay múltiples signaturas falsas, éstas serán idénticas al patrón original.

(c) Auto falsificación o falsificación por distorsión

(i) Firma disfrazada

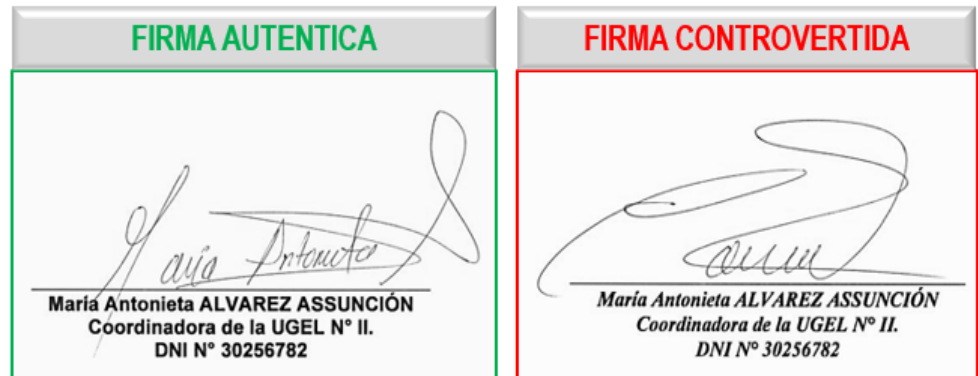
Es el tipo de fraude que ocurre cuando el propietario tiene el propósito de alterar o desfigurar deliberadamente su propia firma. Esto ocurre, por motivos de incumplimiento de un compromiso contractual u otros motivos, complicando así su comprobación. Esta forma posee la característica de negar la firma realizada por el autor, expresando lo que se conoce como "autofalsificación". Entre sus particularidades delatorias se incluyen:

- Trata de desfigurar su firma.
- Tiende a variar algunos trazos.
- Variación de inclinación progresiva por regresiva.
- Diferente modelo o forma de grafías.
- Diferente tamaño.
- Escritura lenta.
- Escritura masiva.



- Se puede reconocer al autor.
- Cambia el modelo de la grafía capital o de la rúbrica.

Figura 306
Disfrazamiento



(ii) Firma obliterada o tachada

Está vinculada a dificultar la identificación de la firma original en documentos polémicos o debatidos; generalmente se aplican manchas de tinta en los trazos de la autógrafa, además de revestir estos caracteres gráficos con rayas de plumón o herramienta de estilográfico.

Este tipo de obliteraciones, también se observan en documentos contractuales de cierta antigüedad, cuyas firmas fueron replicadas, tachándolas a través de estampados de sellos o rayas de plumón de gran grosor, con el objetivo de evitar que estas firmas sean idénticas.

Para estas situaciones, es crucial emplear equipos especializados con luces forenses, tal como el Docucenter Experiment Expert – Proyectina. Este, a través de la descomposición de tintas y la extracción de trazos que cubran la cuestión, simplificará la confrontación visual entre las suscripciones dudosas e indubitadas

iii) Consideraciones sobre las muestras documentológicas

(1) Muestra documentológica

Se refiere a los documentos públicos o privados dubitados o auténticos, que requieren un estudio pericial (Cheques, letras de cambio, contratos, cartas, testamentos ológrafos, minutas, escrituras públicas, libros, libros impresos, tarjetas de crédito, documentos de identidad, tanto nacionales como internacionales, etc.).

(2) Clases de muestras documentológica

- (a) Cuestionadas: llamadas también dubitadas, incriminadas, impugnadas, dudosas, controvertidas, litigiosas.
- (b) De cotejo: auténticas, genuinas, de comparación, indubitadas.



- (3) Características de orden técnico, que podrán cumplir las muestras de comparación (firmas y manuscritos), de acuerdo al criterio del perito:

(a) Originales

Las muestras deben ser de contacto directo, es decir producida directamente por el autor, no deben ser fotocopias, escaneados, fotografías, imitación o traducción de otra.

(b) Espontáneas

Que contengan rasgos manuscritos, firmas u otros elementos trazados con naturalidad y que, al tiempo de su estructuración, su ejecutor no pudo prever que podían ser utilizadas como muestras de comparación, tales como los existentes en documentos de archivo público y privado.

(c) Coetáneas

Que hayan sido realizadas en la misma época del documento dubitado o próximamente anteriores y posteriores a la data de éste.

(d) Homólogas

Se deben comparar elementos gráficos comunes como por ejemplo firmas con firmas, manuscritos con manuscritos, en sus diferentes variedades; de preferencia que reproduzcan los elementos físicos de la muestra cuestionada (receptor, espacio gráfico, instrumento escritor, texto interliteral, etc.).

(e) Suficientes

La calidad y cantidad necesarias que permitan determinar el patrón de variaciones posibles y el grupo de gestos gráficos, que hagan factible el cotejo respectivo y la emisión del peritaje correspondiente.

(f) Fiables

Que otorguen certeza de su procedencia o legitimidad, con honestidad, garantía y confianza que provienen del titular, que de por sí descarten la posibilidad que puedan inducir a error a los peritos. En el caso de estudio de firmas, debe existir certeza que provengan de su titular, que sean honestas, que están vigentes y que no poseen alteraciones fraudulentas.

(g) Equicircunstanciales

Ejecutadas en lo posible en similares circunstancias o condiciones en que se ejecutaron las muestras cuestionadas, tales como por ejemplo del papel receptor, espacio gráfico, bolígrafo empleado, entre otros.

(h) Exprofesas

Corresponden a firmas y manuscritos recabados previo requerimiento de la autoridad competente, por personal especializado (perito oficial en documentología forense), a efectos de ser utilizadas como muestras de cotejo.



(4) Obtención de muestras gráficas de cotejo

Cuando se obtienen muestras de cotejo mediante acta de toma de muestras gráficas en la especialidad de documentología forense, estas se realizarán solamente si así lo ha requerido la autoridad competente mediante la documentación respectiva, teniendo en cuenta la técnica, el procedimiento pericial para cada tipo de peritaje, el profesionalismo y la habilidad del perito, de acuerdo al siguiente orden:

(a) Cuando se trate de peritajes en firmas

- (i) Las firmas deberán ser ejecutadas con material similar al utilizado en las firmas dudosas (soporte, elemento escribiente como un bolígrafo, plumón, lápiz, etc.).
- (ii) Deben estar trazadas en un espacio gráfico con dimensiones idénticas a las que ocupa la firma incriminada, porque las firmas, tienden a modificar espontáneamente su tamaño dependiendo del espacio que dispone.
- (iii) Las muestras se tomarán en hojas separadas, debiendo el implicado, colocar en la primera página, sus generales de ley (grado de instrucción, ocupación, edad, etc.).
- (iv) La persona implicada no debe observar la firma dudosa.
- (v) No se puede cotejar firmas con manuscritos, o viceversa; salvo cuando las firmas estén conformadas por elementos literales.
- (vi) Al término de la diligencia pericial de toma de muestras gráficas, se procederá a foliar el documento formulado, de inicio a final, debiendo consignar su firma el implicado en la zona inferior de todas las hojas, así como la impresión dactilar de su dedo índice derecho.
- (vii) El perito grafotécnico a cargo de la toma de muestras gráficas, deberá firmar en la zona inferior de todas las hojas, estampando su sello post firma.
- (viii) Asimismo, si durante las diligencias se contó con la participación del representante del Ministerio Público y del abogado defensor, también deberán consignar su firma en todas las hojas del documento formulado.

(b) Cuando se trate de escrituras manuscritas

Además de los procedimientos establecidos para firmas en cuanto a material, como espaciamentos gráficos, circunstancias, participante, etc. se observará lo siguiente:

- (ix) Se tomarán cuerpos de escritura, dictándoles el contenido impugnado, evitando que la persona observe como está escrito el documento impugnado.
- (x) El dictado se hará con intervalos de tiempo prudencial (a distintas velocidades, infundiendo confianza a fin de que pierda temor o nerviosismo).
- (xi) Recuerde que no debe mostrar el texto manuscrito dubitado al sospechoso, deje que el sujeto escriba libremente y no le corrija al observar los errores ortográficos que pueda cometer.
- (xii) Si el contenido manuscrito dubitado se encuentra ejecutado con letra "tipo imprenta" o "tipo cursiva", las muestras serán escritas en la misma forma, indicando a la persona antes de comenzar el dictado "Escriba lo que le voy a dictar, con letra imprenta o cursiva"



(xiii) Es aconsejable iniciar el dictado en forma pausada e ir aumentando gradualmente la velocidad, para evitar que tenga tiempo de disfrazar su escritura.

(5) Modelo de acta de toma de muestras gráficas

Figura 307

Modelo de toma de muestras gráficas

ACTA DE TOMA DE MUESTRAS GRÁFICAS

En la ciudad de, distrito de, siendo las:..... horas del día, en una de las oficinas del Departamento de Documentología Forense de la Dirección de Criminalística de la PNP, sito en la Av. Aramburú N° 550 – distrito de Surquillo, a mérito del Oficio N° de fecha, registrado con número de antecedente:..... y signado como Muestra N°; presente ante el Perito PNP, yo de años de edad, natural de, estado civil, ocupación....., identificado con DNI N° y domiciliado actualmente en....., procedo a dejar de forma voluntaria mis muestras gráficas de firmas y manuscritos, para que sean materia de estudio pericial documentológico; asimismo, en este acto tomo conocimiento que deberé proporcionar documentación en un número no menor de cinco folios donde obren mis muestras gráficas (de manuscritos y/o firmas) auténticas y de fechas coetáneas (contemporáneas) al documento cuestionado.

Siendo las:..... horas del día de la fecha, se da por concluida la presente diligencia de TOMA DE MUESTRAS GRÁFICAS, firmando y estampando mi impresión digital de mi dedo índice derecho, en presencia del Perito Instructor, en señal de conformidad a su contenido.

PERITO

ES CONFORME

f) Análisis de moneda

i) Generalidades

La falsificación de moneda es uno de los denominados "delitos no violentos" que han experimentado un notable aumento en el último quinquenio, no solo en términos numéricos, sino también en calidad. Esto se debe principalmente a varios factores, sociales, culturales, jurídicos y sobre todo tecnológicos, tanto en nuestro país como en numerosas regiones del mundo.

Los países tienden a establecer unidades económicas y monetarias, cada vez más robustas y potentes que creen "confianza" entre sus habitantes, un término crucial en el progreso de las naciones, que está constantemente bajo amenaza por la acción del crimen organizado.

Los golpes precisos realizados por las distintas Unidades Operativas PNP han facilitado la captura de grandes cantidades de dinero falsificado, afectando significativos centros de producción de billetes de moneda nacional, extranjera y metálica.

El progreso tecnológico no siempre se emplea en beneficio de la sociedad, sino que dicho progreso es utilizado por individuos inescrupulosos que transgreden la ley para alcanzar sus objetivos delictivos, empleando desde escáneres modernos, impresoras láser y offset para la elaboración de billetes; además de máquinas de acuñería artesanales hasta otras denominadas "hidráulicas", para la impresión de monedas de metal.



En este extremo, el trabajo criminalístico concentra en su quehacer diario hechos que demandan gran responsabilidad por la objetividad a la que deben arribar sus opiniones, ya que coadyuva a darle el sustento técnico-científico a la labor de los órganos jurisdiccionales, a través del estudio de “los indicios y evidencias” las que, luego, dentro del proceso penal contribuirán a crear certeza en el juez, quien el dará el carácter de “prueba”.

Dicha labor especializada requiere de conocimientos artísticos, técnicos y científicos, de los que se sirve esta especialidad de la Policía; de ahí la importancia de conocer no solo simplemente si una moneda es falsificada o no, sino ampliar el trabajo pericial hacia estudios referentes a los tipos de acuñación, la calidad de grabado, correspondencia de diseño (Cliché), calidad de los metales y aleaciones aplicadas, estudios en el papel, impresiones y tintas, así como los dispositivos de seguridad y finalmente si es que podemos aplicar y recomendar nuevas técnicas en la detección de moneda falsificada con la finalidad de aportar elementos de prueba que coadyuven a la labor desarrollada durante la etapa de la Investigación Policial o del Órgano Judicial absolviendo las interrogantes planteadas durante el curso de dichas etapas.

ii) Origen y evolución de la moneda

(1) Pre moneda

Es la etapa que se desarrolla paralelamente a la evolución del hombre, caracterizada por el desconocimiento propio y total de la moneda. Presenta las siguientes fases:

(a) Del producto

Propio de los hombres nómadas que recolectaban los “frutos” de la naturaleza para su alimentación, vestido y otras necesidades.

(b) Trueque

Se lleva a cabo a través del intercambio de los productos o bienes que cultivan o generan ciertos colectivos humanos (clanes, tribus, imperios, etc.) con otros de distintas regiones.

Figura 308

El trueque



Nota. Revistas minoristas en guerra. Historia del trueque, ventajas y desventajas de este método.

(c) De las especies o moneda orgánica

Es la fase en la que surgen especies de naturaleza animal, vegetal o mineral, tales como: ganado, pieles, productos de la agricultura (maíz, trigo, sal, etc.), que se emplean para intercambio y pago.



En esta etapa surgen palabras relacionadas con la divisa, como "pecuniario", que deriva de "pecus" (cabeza de ganado) y "salario", que surge del pago que se realizaba a los empleados con la sal. Finalmente, en esta etapa surge la necesidad de desarrollar un instrumento con características de aceptación general para realizar cambios y pagos.

Figura 309

El cauri



El cauri, una concha de molusco, fue usada ampliamente como moneda de cambio por personas y sociedades que cualquier otro tipo de dinero primitivo, extendiéndose por África, Asia y el Pacífico. En África el cauri fue medio de pago y permitía el ahorro hasta el siglo XIX.

(2) Moneda propiamente dicha

Es la etapa que se caracteriza por la búsqueda de algún elemento que posea estabilidad y duración para los fines a cumplir (pagar y cambiar). Presentan las siguientes fases:

(a) Metálica sin acuñar

Se crean trozos amorfos o recortados sin marca alguna. Tienen sólo valor intrínseco (pecunia ponderata). Se da prioridad a los metales finos.

Figura 310

Moneda metálica sin acuñar



(b) Metálica acuñada

Grabación de monedas con la imagen de algún rey, emperador o personaje importante en una cara, y en la otra, su valor nominal (extrínseco). El gobierno tiene derecho a emitir esta clase de moneda.

Figura 311

Moneda metálica acuñada



Figura 312

La fabricación de moneda en la antigüedad



Nota. Manuel Gozalbes - Pere Pau Ripollès (S.I.P.-Universitat de Valencia).

(c) Moneda de papel o fiduciaria

La moneda fiduciaria o de papel surge debido a los retos que conlleva el traslado, peso y deterioro de la moneda metálica; además del progreso de tecnologías como la imprenta, las copiadoras a color, la mejora de la calidad del papel y, teniendo como precedente las monedas grabadas en madera.

Figura 313

Moneda de papel o fiduciaria



(d) Moneda de sustrato polímero (sintético)

Australia fue la primera nación en emplear el "sustrato polímero" en todas sus formas, que hoy en día no solo lo elabora para su consumo interno, sino que también lo produce para otros países. Hoy en día, la aceptación de este polímero es tan amplia que más de 15 países están sustituyendo sus billetes de papel tradicional, ya que piensan que esta divisa brinda mayores beneficios comparativos, incluyendo el costo beneficio. El "sustrato polímero" es un material muy similar al plástico que, debido a sus distintas propiedades físicas a las del papel, proporciona nuevas propiedades de resistencia y durabilidad (cuatro veces superiores a las del papel celulósico). Además, brinda otras ventajas como la incorporación de dispositivos de seguridad innovadores que lo hacen aún más complicado de replicar, así como la sencillez en el recuento por medios automáticos en cajeros y máquinas de venta, permitiendo que al concluir su vida útil puedan reciclarse.



iii) Definición de moneda

La moneda es la herramienta que, transformada en un sistema de cambio y pago, se emite y se introduce en circulación con un valor específico, respaldado y confirmado por el Estado. Este término proviene del latín "*monere*" que se traduce como "advertir", "anunciar", "hacer saber"; de ahí que la moneda, a través de sus grabados (impresiones), divulga o anuncia su valor nominal, su nombre, el país, el banco que la emite, entre otros.

Además, se atribuye el término "moneda" a la presencia de un templo en Roma, donde se veneraba a la diosa "Junon Moneta", junto al cual se encontraba una herrería de metalurgia, cuyo producto se denominaba "*monetas*", que funcionaba como medio de cambio, establecido por el emperador.

iv) Valores y categorías de la moneda

Los valores y categorías de la moneda tienen relación con su fabricación, poder adquisitivo y circulación.

(1) Valores de la moneda

(a) Valor intrínseco

Representado por el precio del material con el que se fabrica la moneda; por ejemplo: en una metálica será el valor del metal, que a medida que sea más fino, su cotización aumentará.

Figura 314

Valor intrínseco de monedas metálicas



Nota. Tomada de Historia de la moneda en el Perú del BCR (2016).

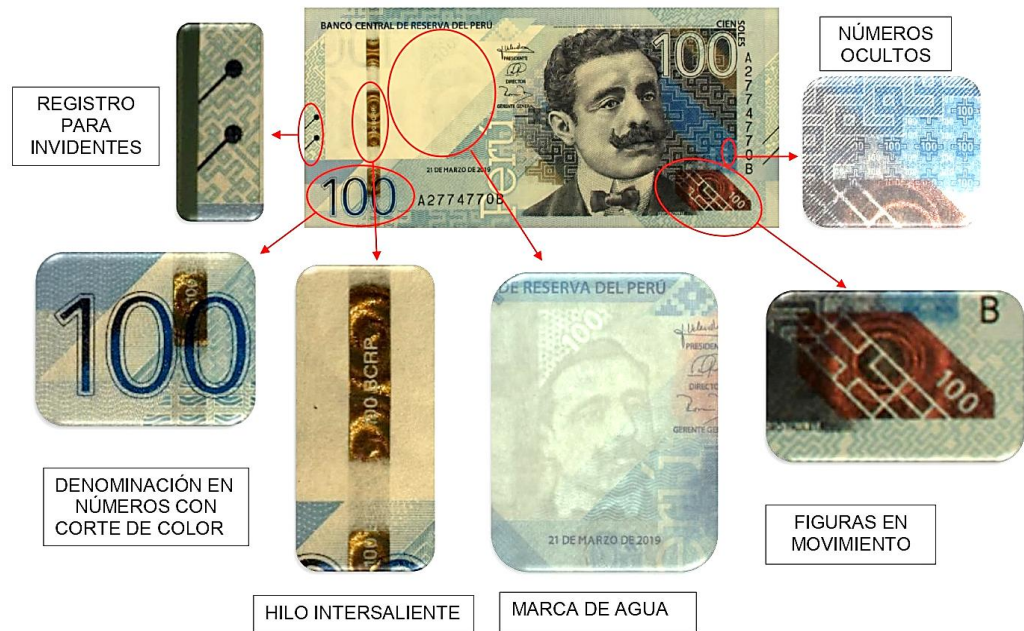
(b) Valor extrínseco

Es la característica que tiene debido a la inscripción que señala su valor convencional o subsidiario en un metal o papel. También se le conoce como Valor Nominal, porque la ley lo establece de esta manera. Es la particularidad que posee gracias a la inscripción que indica su valor tradicional o subsidiario en un metal o papel. También se le denomina Valor Nominal, debido a que la legislación lo determina de esta forma.



Figura 315

Dispositivos de seguridad de billetes con denominación de Cien (100) soles



Nota. Tomada de la página web del BCR (2025).

(c) Valor de cambio

Es el valor que posee la divisa en comparación con los valores característicos de otras monedas a nivel mundial, de donde se deriva su valor de compra.

Figura 316

Valor de cambio



Nota. Tomada de la página web del BCR (2025).

(2) Categorías de la moneda

(a) De curso legal

Son monedas que están autorizadas por Ley para su circulación y aceptación general por parte del Estado.

Figura 317

Curso legal de la moneda metálica



Nota. Monedas autorizadas por Ley. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

(b) De curso no legal

Realizadas como patrón, pero que aún pueden ser utilizadas para cambio y pago conforme a la decisión del Estado. El Inti de 1989 u otros que podrían ser negociables.

(c) De mayor antigüedad

Consideradas como monedas de colección, es de gran valor en la numismática, Ejemplo: monedas de 5 y 9 décimos.

Figura 318

Curso legal de la moneda metálica



Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

v) Clases de moneda

Con fines estrictamente técnicos se clasifica la moneda en dos clases:

La integrada por la moneda metálica.

La constituida por los billetes de banco o monedas de papel, llamada también fiduciaria.

(1) Moneda metálica

(a) Breve reseña

Históricamente, podemos destacar la "estatera", que es la moneda de metal más antigua, esculpida en Lidia en el 700 A.C., compuesta por "Electrum", que representa una aleación de plata y oro. Luego, los chinos, griegos y otras civilizaciones, pioneros en la grabación de metales, elaboraron monedas en diversas clases de metal, reconocidas por poseer las siguientes propiedades:

- Valores considerables



- Escasamente alterables
- Fraccionables (en décimos, centésimos o milésimos).

Figura 319
Estátera



Nota. (560-546 a.C.). Lidia. Estátera de oro. (S. 3415). Acuñada en tiempos de Creso. Rara. 8,04 g. MBC+. Tomada de <https://aureocalico.bidinside.com/es/lot/55380/560-546-ac-lidia-estjtera-de-oro-s/>

En la actualidad, las monedas que se encuentran en circulación a nivel mundial están fabricadas con metales innobles (como cobre, zinc, níquel, etc.), a excepción de algunas excepciones donde aún se emplean metales finos. Las monedas de metal innoble, fabricadas con metal, representan los valores más reducidos del sistema monetario de una nación.

Figura 320
Monedas fabricadas con metales innobles



Nota. <https://eldiariodefinanzas.com/superan-al-dolar-las-10-monedas-mas-caras-del-mundo/>

(b) Producción de la moneda metálica

La fabricación de este tipo de moneda, se efectúa en tres etapas bien definidas: matricería, confección del tejuelo o cospel y acuñación

(i) La matricería

Es el procedimiento en el que se fabrican las matrices o cuños que contienen los diseños o figuras grabadas en bajo relieve y al revés, las cuales se transmitirán al metal cortado (tejuelo), a través de la aplicación de presión, utilizando máquinas especializadas.



Figura 321
Cuños con diseños

Cuño anverso en bajo relieve
y al revés



Cuño reverso en bajo
relieve y al revés



Nota. <https://www.etsy.com/es/listing/1241382352/troqueles-metalicos-personalizados-para>.

Para obtener las matrices se adoptan los pasos siguientes:

1. La grabación: se refiere a la creación de imágenes o figuras, junto con las leyendas, en metal (acero), en sentido inverso y bajo relieve, utilizando herramientas especializadas. Como es evidente, para una moneda existirán dos matrices, una para cada una.

Figura 322
La grabación



2. El retoque: consiste en suprimir las posibles deficiencias de la grabación.

Figura 323
El retoque



3. El templado: se utiliza la matriz o matrices fabricadas son sometidas a altas temperaturas en un horno específico, de donde se les extrae y se les introduce en un contenedor con aceite, con el objetivo de conseguir dureza adecuado al metal para su uso constante.
4. El acabado: es un método que permite eliminar cualquier imperfección o defecto que presenten las matrices tras ser endurecidas.

Figura 324*El acabado*

(ii) Confección del tejuelo

Consiste en realizar la confección de discos especiales de metal de conformidad a la ley, peso y talla de la moneda establecida por el ente emisor (Banco Central de Reserva), que toman el nombre de “tejuelos”.

Figura 325*Confección de discos de metal*

Nota: Tomada de <https://www.youtube.com/watch?v=mOegTIErtYU>

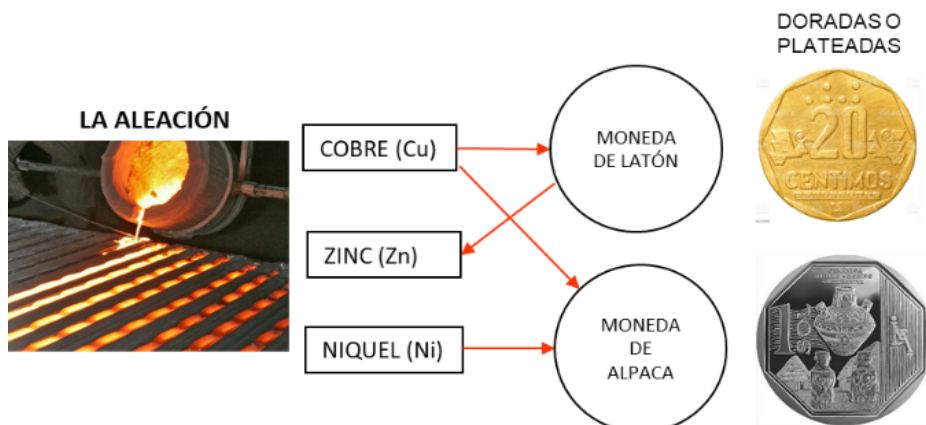
Su fabricación pasa por diferentes fases, como:

1. La aleación

Se trata de elaborar discos especiales de metal acorde a la ley, peso y talla de la moneda fijada por el organismo emisor (Banco Central de Reserva), los cuales se conocen como “tejuelos”.



Figura 326
Proceso de aleación



Nota. Tomado de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Transparencia/Notas-Informativas/2010/Nota-Informativa-BCRP-2010-10-06.pdf>

2. Laminado

Los lingotes recién fabricados son sometidos a máquinas de prensado para disminuir su grosor, hasta alcanzar el que corresponde a la moneda a elaborar.

Estos acabados se conocen como láminas.

Figura 327
Proceso de laminado

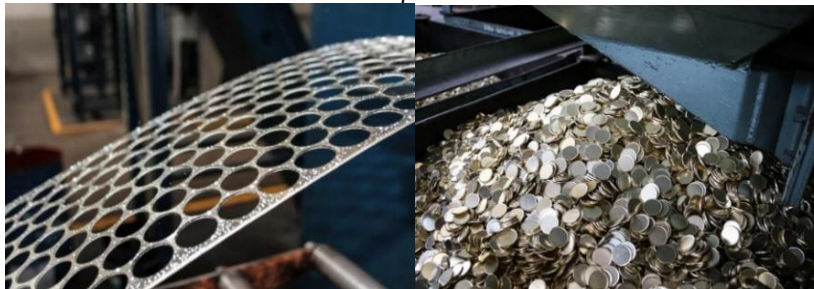


Nota. Tomado de <https://www.youtube.com/watch?v=ibGkcoBbNLY>

3. Cortado

Realizado por maquinarias especializadas que cortan discos del diámetro requerido de las láminas de metal, manteniendo características parecidas.

Figura 328
Proceso de corte de discos de metal para fabricar monedas



Nota. Tomado de <https://www.youtube.com/watch?v=mOegTIErtYU>

4. Pulido

Se lleva a cabo en toneles, con desplazamientos constantes en presencia de agua, donde la fricción entre los discos genera dicho pulido.

Figura 329

El pulido



Nota. Toneles para el pulido de Movimientos constantes en monedas presencia de agua.

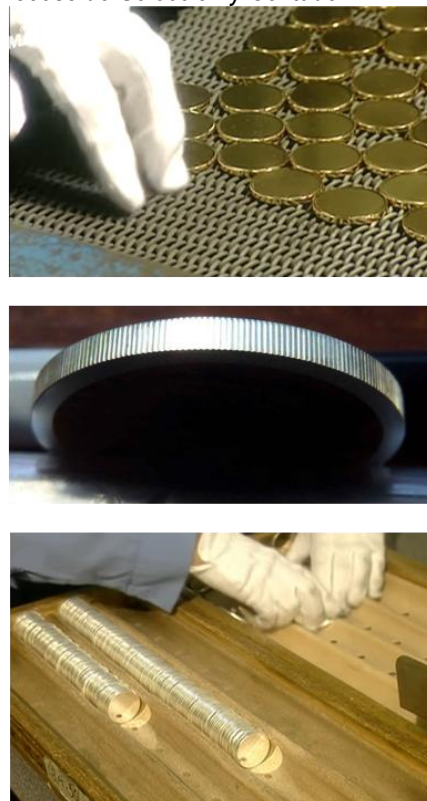
5. Selección y contado

Es el proceso en el que se arrancan manualmente los discos con imperfecciones de corte y peso; simultáneamente, se elabora el listel o reborde, el cual va resguardar los grabados internos y simplifica el apilado de las piezas.

El tejuelo o cospel se compone de todos estos discos con acabado.

Figura 330

Proceso de Selección y Contado



Nota. Tomado de <https://www.youtube.com/watch?v=ibGkcoBbNLY>



(iii) Acuñación

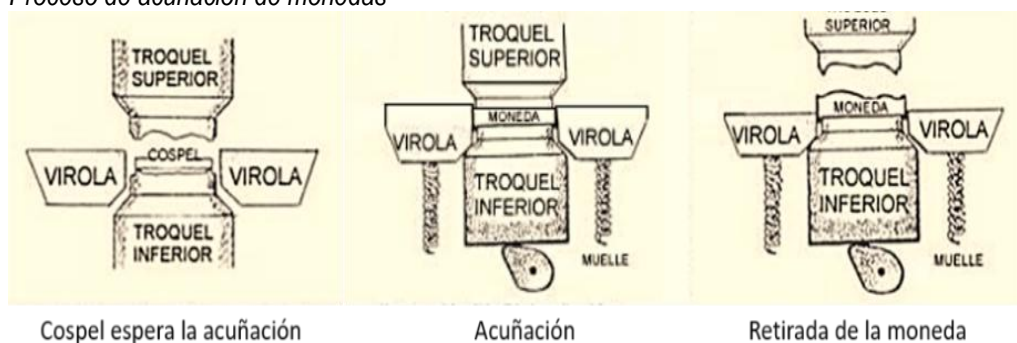
Es la etapa donde los grabados que muestran los cuños o matrices, se aplican a los tejidos a través de una presión de 200 toneladas aplicada por máquinas especiales (acuñadoras), diseñadas para este propósito.

Estos dispositivos cuentan con dos tubos donde se ubican las matrices (de ambas caras), y en el medio de ambos se encuentra un anillo especial que alberga el cospel para su impresión. Este anillo previene la expansión del tejuelo, a su vez, sirve para registrar alguna figura en su contorno, cuando sea necesario llevarla como medida de seguridad.

La moneda, una vez impresa a través de este proceso, atravesará fases de elección, recuento y embalaje, para su posterior circulación.

Figura 331

Proceso de acuñación de monedas



Nota. Tomado de <https://www.youtube.com/watch?v=ibGkcoBbNLY>

(c) Seguridades de las monedas metálicas

Las monedas metálicas, al representar valores bajos (ínfimos) de un patrón monetario, suelen ser objeto de falsificación frecuente y de adulteración, mostrando rasgos de una confección de madera. Un ejemplo de esto es la reproducción de monedas de S/.5.00 y S/.2.00 Nuevos Soles en papel platino, para posteriormente añadirlas con pegamento sintético a monedas auténticas que no están en circulación, ya sean nacionales o extranjeras. Es limitado el número de países que todavía mantienen elevados valores en metal.

Para su análisis, es imprescindible especificar las seguridades que ofrecen y que deben considerarse en el estudio de una moneda auténtica, de las cuales destacamos las siguientes:

(i) Cordoncillos

Son grabaciones de forma de ranuras transversales y equidistantes que se presentan en el borde o entorno. Este medio de seguridad se propaga con gran regularidad en las monedas metálicas tanto nacionales como internacional.



Figura 332

Grabaciones de forma de ranuras en monedas



Nota. Tomado de <http://www.numisnati.com/2009/06/>

Figura 333

Grabaciones de forma de ranuras en monedas



Nota. Tomado de <https://www.imperio-numismatico.com/t138172-canto-de-10-pesetas-1983>

(ii) Grabaciones diversas en los bordes

Representando frases y/o figuras en el contorno, en alto o bajo relieve, con rebordes bien definidos.

Figura 334

Contorno con rebordes bien definidos



Nota. Tomado de <https://www.cotizaciondemetales.com/blog/263-canto-estriado-de-las-monedas-que-es-y-por-que-comenzo-a-implementarse>



(iii) Bordes con doble coloración

Resulta de la aplicación de dos o más estratos de metal en la elaboración del cospel.
Ejemplo: níquel y bronce.

Figura 335

Elaboración del cospel



Nota. Tomado de <https://www.cotizaciondemetales.com/blog/263-canto-estriado-de-las-monedas-que-es-y-por-que-comenzo-a-implementarse>

(iv) Engastamientos

Cuando se combinan dos discos de metal distinto para formar un solo cospel (Disco de metal preparado para ser acuñado durante la producción de la moneda).

(v) Magnéticas

El metal utilizado en el cospel, está imantado.

(vi) Marcas de fábrica

Signos casi imperceptibles que pertenecen al nombre del autor del diseño o de la casa fabricante.

Figura 336

Signos casi imperceptibles acuñados en monedas metálicas



Nota. Tomado de: <https://soloesciencia.com/2019/10/09/la-acunacion-de-monedas/>





(vii) Marcas secretas

Grabaciones o defectos exprofeso (voluntarios) propios del fabricante que pasan desapercibidos.

(d) Elementos de estudio en la moneda metálica

Las monedas auténticas provienen de un proceso especial de fabricación, que es la acuñación; esta sigue las siguientes fases:

- (i) Aleación
- (ii) Peso
- (iii) Color
- (iv) Dureza
- (v) Sonoridad
- (vi) Diámetro
- (vii) Grabaciones
- (viii) Fecha
- (ix) Leyenda
- (x) Valor numérico y literal
- (xi) Heráldica
- (xii) Grosor
- (xiii) Listel (reborde)
- (xiv) Dispositivos de seguridad

(2) Moneda de papel o fiduciaria

Debido a las dificultades que enfrentó la moneda metálica durante su fase de circulación, tales como su uso para otros propósitos o su peso se reducía debido al desgaste; se iniciaron las operaciones de creación de billetes, que simbolizan el valor nominal que figura en ellos, es decir, totalmente fiduciario.

Se analizará la composición y particularidades de los billetes; en el primer aspecto, el billete se compone de cuatro componentes: papel, tintas, impresiones y sus respectivos dispositivos de seguridad; y en el segundo, se distinguirá del papel habitual y de otros materiales empleados en las falsificaciones.

(a) Producción del papel común

El papel común se crea en China durante el siglo XI. Posteriormente, se propaga por Bagdad, África y finalmente Europa.

El papel se compone de celulosa, obtenido de madera y plantas; entre las primeras se incluyen el nogal, sauce, álamo y otros árboles de la especie conífera; entre las segundas, se incluyen el centeno, hojas de alfalfa, tallos de trigo, avena, entre otros.





La celulosa, junto con otros componentes como el caolín, residuos de papel y cartón, cola resinosa, bactericidas, jabones adhesivos y "blanqueador óptico" (Hiposulfito de sodio), son sometidos a licuado. Después se realiza el tamizado (tela de metal), que posee la capacidad de absorber el agua y deja en la superficie las fibras que constituirán el papel; seguidamente se realiza el secado y embobinado.

(b) Producción del papel fiduciario

El papel fiduciario se emplea en la elaboración de billetes y otros documentos de relevancia (order de dinero, timbres, entre otros).

Su estructura le brinda una excelencia que soporta el transcurso del tiempo y las manipulaciones frecuentes (resistencia y durabilidad), gracias a que sus fibras son de algodón o lino.

Por lo tanto, el papel fiduciario es una tela adquirida no de manera tradicional (tejida), sino a través del siguiente procedimiento especial:

- (i) En pilas o contenedores específicos; se reducen las cantidades requeridas de algodón, lino o residuos de trapo a través de la tracción. Con el uso de disolventes como la lejía de soda y estabilizadores (algunos de fórmulas secretas), se le otorgan propiedades de flexibilidad para resistir pliegues y dobleces.
- (ii) Luego, mediante el método de tamizado, similar al del papel habitual, se consigue el papel del grosor requerido de manera continua; durante esta fase, es posible incorporar al papel los dispositivos de seguridad, que se especificarán más adelante, a través del sistema de pulverización.
- (iii) Cuando el papel está húmedo, se le aplica un encolado especial, empleando sustancias proteicas como la gelatina derivada de animales (Pescados y otros vertebrados), que proporcionará la impermeabilidad requerida. Asimismo, se utilizará una sustancia química conocida como melamina, que proporcionará consistencia, el sonido distintivo del billete y la textura original de la superficie lisa, añadidos al final de su elaboración.
- (iv) Todo lo mencionado anteriormente se lleva a la fase de secado, que se lleva a cabo en hornos especiales con tambores; finalmente, se prensa con rodillos (planchado), lo que deja su superficie lisa y tersa. Luego, se envuelven en bobinas para su traslado a las casas que imprimen moneda.

(c) Características del papel fiduciario

- (i) Impermeabilidad
- (ii) Resistencia a los dobleces, puede soportar más de 2,500 pliegues dobles
- (iii) Resistencia a la tracción (jalones)
- (iv) Resistencia a la fricción (manipuleo)
- (v) Resistencia a la suciedad
- (vi) Resistencia al calor (cierta temperatura)
- (vii) Resistencia al sudor (que está compuesto de sustancias químicas que oxidan y dañan los objetos y soportes).





- (viii) Resistencia a la luz del sol y a los agentes climatológicos
- (ix) Resistencia a los detergentes, jabones, lejías
- (x) Resistencia a ciertos reactivos y solventes químicos
- (xi) Permite la inclusión de dispositivos de seguridad
- (xii) Es opaco a la luz del Wood.

(d) Diferencias entre el papel común y el fiduciario

El papel común carece de cualquier rasgo del papel fiduciario. Si se pudiera tener algún tipo de papel, no sería de tal magnitud que logren la resistencia o la duración máxima del fiduciario. Al realizar los cortes, los bordes del papel común no permanecerán tan precisos y definidos como los del papel fiduciario; las fibras se desprenden con facilidad, lo que se puede apreciar a simple vista. La común muestra fluorescencia debido al "blanqueador óptico", que es necesario para su blanqueado, mientras que el fiduciario no lo requiere. El fiduciario tiene un sonido particular (crocante) mientras que el común tiene un sonido seco o "opaco". En términos generales, la variación notable se debe a la propia composición del papel, especialmente al tipo de encolado, que proporcionará una textura más elevada.

(e) Las tintas comunes y fiduciarias

Otra parte del billete auténtico es la tinta fiduciaria, la cual se utiliza para la impresión de los dibujos o motivos en policromía, leyendas, números, entre otros, que se pueden apreciar en él. Los componentes que componen este tipo de tintas son desconocidos, debido al riesgo que su fabricación representaría para su uso en falsificaciones. Por esta razón, deben tener una variedad de características físicas, químicas y especificidades de seguridad.

(i) Componentes de las tintas comunes

1. El pigmento

Que viene a ser la parte sólida de las tintas. El pigmento es obtenido por diferentes medios o formas, como la carbonización parcial del petróleo, combustión incompleta de lignitos, del carbón mineral y otros.

2. El barniz

Es el elemento procedente de resinas sintéticas que le otorgan brillo a la tinta.

3. El vehículo

Sustancia oleosa (aceites estandarizados), que dirige o mantiene el pigmento y puede ser añadida a cualquier otro ingrediente, como los secativos y adherentes; el primero facilitará el secado rápido o lento de las tintas, que se derivan principalmente del plomo, manganeso o cobalto; el segundo facilitará la penetración o adhesión de la tinta al papel.

(ii) Características de las tintas fiduciarias

1. Excelente imprimibilidad, usando cualquiera de los sistemas de impresión.





2. Súper adherencia, es decir que una vez impreso el papel, será muy difícil, sino imposible, eliminarla por medios comunes, quedando incluso vestigios cuando el papel es quemado.
3. Resistencia a la fricción (manipuleo y rozamiento).
4. Resistencia al calor, luz natural y artificial (fuego).
5. Resistencia a los disolventes, lejías, detergentes y jabones.
6. Resistencia al agua caliente o fría.
7. Resistencia al sudor.
8. Resistencia a los reactivos químicos.
9. Permite incluir muchos medios de protección o dispositivos de seguridad.

(f) Nomenclatura del billete

Antes de adentrarse en el análisis de los procesos de impresión o de los dispositivos de seguridad, es imprescindible entender el nombre que se le otorga a cada uno de los componentes que conforman el billete o moneda de papel. Es imprescindible señalar que esta denominación se aplica a cualquier billete a nivel mundial, aunque alguno puede presentar un detalle específico.

Los componentes fundamentales de un billete incluyen:

- La imagen principal; que viene a ser el retrato de un personaje conocido.
- Alegoría o símbolo representativo en el país.
- Grandes textos administrativos, compuestos por las leyendas principales como el nombre del banco y/o del país.
- Pequeños textos administrativos, integrados por nombres de los personajes, ley de emisión, slogans, lemas, nombre de la compañía o casa fabricante de la moneda.
- El escudo nacional o de armas del país.
- Valor numérico.
- Valor literal.
- Viñetas o motivos originarios del país: representan un aspecto importante de la industria, comercio, folklore, actividades mineras, agrícolas, turismo, etc.
- Los Guillochets; son adornos geométricos o lineales que encuadran o circundan al valor numérico.
- Marco o recuadro del billete: formado por orlas, ángulos, arabescos, etc. que están alrededor de toda la impresión.
- Lugar (país o capital) y fecha de emisión o fabricación.
- Firmas.
- Post-firmas.
- Número de serie.



- Fondo de seguridad.
- Tonus Rompus: figuras formadas por líneas que en determinado momento cambian de dirección, se interrumpen, se adelgazan o engruesan, etc., lo que hace dar la sensación de alto relieve.
- Ventana del billete: sector sin ninguna impresión visible a simple vista, generalmente se reserva para la filigrana, que resulta ser la imagen formada por la acumulación de fibras del papel que reproduce exactamente el rostro del personaje que aparece como "imagen principal" en el anverso del billete; puede ser observado a trasluz.
- Todo billete tiene un anverso y un reverso: el primero se distingue por presentar la imagen principal y el número de serie, preferentemente.

(g) Procedimientos de impresión

Todas las figuras, letras, adornos, colores, entre otros elementos, que se encuentran tanto en el lado frontal como en el reverso del billete, han sido impresas mediante algún proceso. En el billete pueden utilizarse las siguientes alternativas:

(i) El intaglio

Es el proceso de impresión principal, se le reconoce como un mecanismo de seguridad ya que es un sistema en alto relieve (en el billete), inimitable para los falsificadores. También se le conoce como "talla dulce", ya que la elaboración del elemento impresor se lleva a cabo grabando en bajo relieve con gran delicadeza, con "dulzura", y sobre metales.

Figura 337

Dispositivos de seguridad de billetes con denominación de Cien (100) soles.



Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

1. Fases del intaglio

a. Grabación del elemento impresor

La realizan auténticos artistas con amplia experiencia y destreza técnica, quienes crean pequeños surcos de diversas profundidades y tamaños en metal (troqueles de acero) mediante huecos (huecograbado), a mano (con buriles), por computadora y por láser, basándose en la figura del modelo, pero de manera inversa. El metal que finaliza su grabación (con todos los componentes que incluirá el nuevo billete impreso), recibe el nombre de cliché.





b. Entintado del cliché

El metal grabado recibe tinta fiduciaria que deposita posteriormente en las tallas (huecograbados).

c. Limpiado

Se trata de un procedimiento secreto, conocido como "Golpe de paño", que implica eliminar la tinta depositada en las partes superiores del cliché y dejar únicamente la que está en los surcos. Algunas empresas de impresión emplean cuchillas específicas.

d. Estampado

Es la etapa que implica llevar la tinta que se encuentra en los surcos del cliché al papel fiduciario. Para ello, se sitúa este sobre el metal y, al aplicar cierta presión, la tinta quedará firmemente adherida, lo que dará lugar a la propia impresión del billete.

2. Características del intaglio en el billete

- Las tintas de la impresión quedarán en alto relieve, siempre perceptibles al tacto, por las pequeñas protuberancias o asperezas que produce la tinta.
- La tinta quedará grumosa o de superficie irregular.
- En los bordes se aprecia denticulaciones o púas que sobresalen en distintas direcciones (espinitas).
- Los tonos de las tintas son oscuros, por lo denso que la caracteriza.

3. Ubicación del intaglio en el billete

Se ubicará siempre este tipo de impresión en los siguientes espacios:

- La imagen principal
- La viñeta
- Los textos administrativos
- Los valores numéricos y literales
- El escudo
- Guillochets
- Marco o recuadro del billete.

(ii) La tipografía

Es el método de impresión que se opone al Intaglio en términos de relieve del componente que colorea el papel. Se ubican en un terreno elevado y a la misma altura en la tipografía.

Estos componentes reciben el nombre de tipos, que corresponde al procedimiento, fabricados en metal, del tamaño y forma requeridos. Como ilustración, podemos identificar las variedades de la máquina de escribir.



1. Características de la tipografía

- Ligera depresión, producida por el tipo metálico que presiona al papel; podemos llamarle también bajo relieve.
- Presencia de rebabas (acumulaciones de tinta) en los bordes, dándole una mayor intensidad a los mismos, producidos por el escape o fuga de la tinta depositada en el tipo hacia los costados del borde al momento de efectuarse la indicada presión.
- Existencia de líneas o sectores longitudinales sin entintar (en blanco) correspondiente al filo del tipo.

2. Ubicación de la tipografía en el billete

Exclusiva u obligatoriamente en el número de serie.

Eventualmente en:

- Sellos (en algunos billetes).
- Lugar y fecha
- Firmas

Figura 338
Tipografía



Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

(iii) Litografía

Es el tercer método de impresión, distinto a los dos previamente mencionados, donde las zonas del billete que lo contienen están completamente sin relieve (en plano), por lo que el elemento impresor tampoco posee relieve. Su procedimiento se basa en el hecho de que los cuerpos grasos no pueden mezclarse con el agua, debido a que su naturaleza los repele.

Se conoce como litografía, proveniente de las palabras "Lithos": piedra y "Graphein": dibujar, lo que implica que en sus inicios se empleó una piedra (calcárea) para realizar este procedimiento.

3. Fases de la litografía





- a. Se dibuja sobre la piedra de superficie plana, determinada letra o figura, pero al revés, con un lápiz o sustancia grasosa.
- b. Seguidamente con una esponja se aplica determinada cantidad de una solución de goma arábiga y ácido nítrico, la cual se depositará solamente sobre las partes no dibujadas, delineando los bordes, para luego aplicar agua que será aceptada en el mismo lugar.
- c. Luego, con un rodillo se aplicará tinta suficiente, la cual quedará adherida por afinidad sobre las figuras y será rechazada donde exista agua (humedad).
- d. Posteriormente, se colocará el papel sobre la piedra ejerciendo cierta presión y al levantarlo habrá recogido la tinta con el diseño preconstituido.

Es el procedimiento en el que se fabrican las matrices o cuños que contienen los diseños o figuras grabadas en bajo relieve y al revés, las cuales se transmitirán al metal cortado (tejuelo), a través de la aplicación de presión, utilizando máquinas especializadas.

4. Características de la litografía en el billete

- a. No presentan alto ni bajo relieve (sin aspereza ni depresiones).
- b. Sus bordes se encuentran definidos.
- c. La tinta impresa con este método es semitransparente, por contener una fina o suave capa que penetra al papel.

5. Ubicación de la litografía en el billete

- a. Fondo de seguridad
- b. Tonus rompus

(h) Tecnología actual de impresión de billetes

La producción de billetes surge del pedido del país que los necesita, el cual proporciona las especificaciones de tamaño, colores, métodos de impresión, dispositivos de protección, calidad del papel y tintas. La casa emisora, que se autoabastece en la mayoría de los componentes excepto por la tinta, comienza su trabajo con la creación de los dibujos que ilustrarán el nuevo billete.

Este será el trabajo de sus grabadores, quienes, además de reproducirlos manualmente, emplean tecnología de vanguardia (computadoras y láser). El diseño se realiza en planchas de acero para el Intaglio, que abarca desde el punto más preciso (detalles minuciosos)

La impresión se realiza con maquinarias avanzadas de alta tecnología (totalmente automatizadas), como las que imprimen billetes con tintas litográficas en ambos lados, seguido de una impresión intaglio a tres o más colores en una única pasada (Completa II de De la Rue Giori S.A.). La numeración (tipográfica) también se realiza de manera automática en la fase final de producción, en la que un equipo (Número Pack II) recolecta las hojas impresas de billetes individuales y elabora paquetes completos de 1000 billetes, todo esto con una alta exactitud.



(i) Dispositivos de seguridad

Representan los componentes más relevantes del billete auténtico. Se introducen en el papel fiduciario, se combinan con las tintas y se incorporan en las impresiones, con el fin de proporcionarles una mayor protección, considerando las normas de seguridad más rigurosas. Los aparatos de seguridad se fabrican con materiales duraderos y resistentes, de difícil adquisición para los fabricantes falsos. Además, poseen diversas formas y colores, perceptibles a simple vista o mediante el uso de instrumentos.

1. Dispositivos de seguridad del papel fiduciario

a. Hilo de seguridad

Se fabrican en papel, seda especial o rayón, con un ancho aproximado de un milímetro. Es incluido en la masa del papel, en paralelo con el lado corto del documento. Se puede apreciar visualmente, a distancia, al tacto (debido a su cierto engrosamiento) y con la luz fluorescente. El hilo de seguridad puede ser continuo o fraccionado, interno o entrelazado, generalmente incluye microimpresiones o grabaciones electromagnéticas, que pueden ser detectadas con dispositivos especializados.

Figura 339

Hilo de seguridad de un billete de 100 Soles



Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

Figura 340

Hilo de seguridad con holograma de un billete de 50 Nuevos Soles



Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.



Figura 341
Hilo de seguridad



Nota. Hilo de seguridad. Vista al trasluz muestra por ambos lados el texto PERU 20 (según la denominación Imágenes). Tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

b. Fibrillas de seguridad

Se fabrican con el mismo material que el hilo, pero en variados colores (rojo, verde, café, azul), fluorescentes o fosforescentes, y son muy pequeño, asemejándose a cerdas semionduladas, entrelazados con la masa del papel, sencillos de levantar y extraer con la punta de un alfiler o una aguja. Están dispersas de manera irregular en toda la longitud del billete (anverso y reverso). Es posible observarlos a primera vista o utilizando una lupa. Algunos también exhiben fluorescencia ante la influencia de la luz de Wood (rayos de luz ultravioleta).

Figura 342
Fibrillas de seguridad



Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.



c. Plaquetas de seguridad

Desarrollados en papel, seda especial o rayón (del mismo material que los previos), de diversos colores, se distinguen por su forma, que puede ser circular en forma de pequeños discos situados en la parte central del reverso del billete; algunos son notables a simple vista, mostrando una variación en su tonalidad cromática.

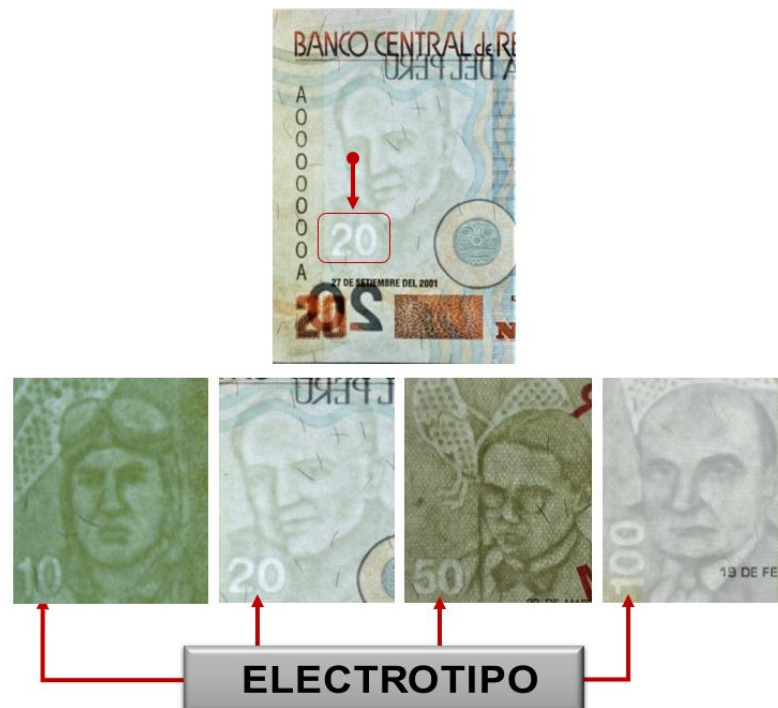
d. Filigrana

Se trata de una imagen situada en un área específica del billete, perceptible a distancia, creada por la diferencia entre la cantidad de fibras de papel más alta y más baja. Se consigue durante la fabricación de papel y se basa inicialmente en grabar con una matriz metálica de escasa profundidad sobre un tamiz, generando altos y bajos relieves según el diseño. Este grabado contiene las fibras que constituyen el papel. En las secciones más profundas se acumularán más, las cuales no permitirán la luz entrar, conformando la figura o imagen. Esta debe poseer ciertos atributos especiales, como representar a un personaje o motivo conocido, enfocado en la ventana y claramente perceptibles por transparencia; siendo la mejor filigrana la que tiene una imagen.

e. Electrotipo

Este aparato, recientemente incluido en los billetes de denominación nacional y el de los euros, determina el valor numeral del billete y se fabrica de forma parecida a la marca de agua o filigrana, aunque suele ser unitonales, generados por la presencia de un solo relieve.

Figura 343
Electrotipo



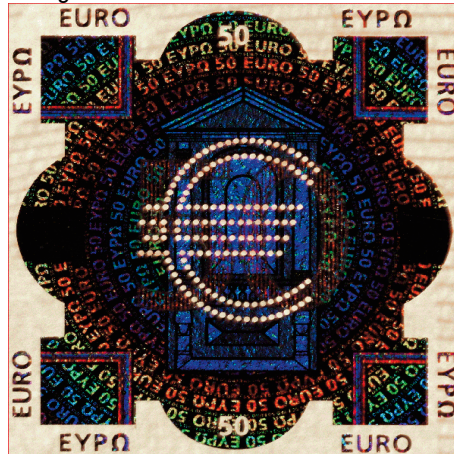
Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

f. Holograma

Este otro aparato que se encuentra en los billetes de la Unión Europea, se adhiere a los billetes con diseños internos multidimensionales grabados en papel o plástico metalizado que, al ser iluminados a distintos ángulos de incidencia de luz, presentan varios colores brillantes.

Figura 344

Holograma



Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

(j) Otros dispositivos de percepción instrumental

- (i) Plaquetas con fibrillas
- (ii) Fibras metálicas
- (iii) Tintas especiales del papel
- (iv) Dispositivos foto-lectores (para las fotocopiadoras).
- (v) Fibras ópticas.
- (vi) Código de barras impresas y en filigrana.
- (vii) Dispositivos de seguridad en las tintas fiduciarias

1. Doble coloración

Cambian de color de acuerdo a la disposición de la luz o por reacción al aplicársele alguna sustancia especial.

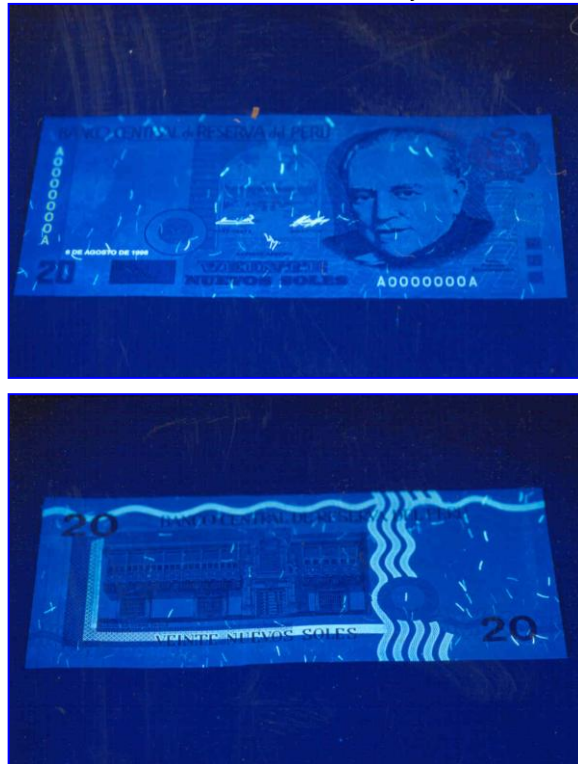
2. Luminiscencia o Invisibilidad

Se trata de una característica que poseen determinadas tintas utilizadas en la impresión de seguridad, las cuales no son visibles a simple vista, pero que emiten una luminosidad al ser expuestas a la luz Wood o ultravioleta. Por esta razón, se les conoce como tintas fluorescentes.



Figura 345

Otras dos fibrillas son visibles bajo la luz ultravioleta, de color amarillo verdoso y azul.



Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

3. Magnetismo

Cuando las tintas presentan magnetita u óxido de hierro, en su composición, siendo detectadas por sensores magnéticos.

4. Electroconductrices

Las tintas son capaces de conducir corriente eléctrica, debido a que contienen en su composición elementos metálicos.

5. Visibilidad con filtro

Se observan con nitidez sólo a la aplicación de filtros (lentillas de colores). Generalmente éstas son las tintas metaméricas.

(viii) Dispositivos de Seguridad de las Impresiones

1. El intaglio propiamente dicho

Dado que es un sistema de alto nivel, polícromo y detallado en sus grabados o detalles más minuciosos (exactitud perfecta).

2. Micro impresiones

Leyendas microscópicas que surgen en sitios específicos y que a simple vista se pueden confundir con líneas o figuras.



3. Imágenes coincidentes

Las impresiones realizadas en el lado y lado del billete, que al ser vistas a distancia se armonizan perfectamente en sus líneas y colores, conformando una tercera imagen. Ejemplo: se crea una "rosa" en el billete de S/.200 Nuevos Soles.

4. Imagen latente

Impresiones que no se observan directamente, sino que se ubican horizontalmente frente a los ojos del observador, buscando un ángulo de incidencia con el sol.

5. Imágenes vistas con filtro

Son las que, mediante la utilización de lentillas de colores o micas colocadas en forma de ventana en los billetes, se muestran nítidas al observador.

6. Marcas secretas

Son pequeñas fallas o fallos voluntarios realizados en una sección específica del billete, con el objetivo de reconocer a los productores o emisores de moneda.

7. Banda iridiscente

Técnica de impresión específica que muestra dos tonalidades que se mezclan en la superficie del papel. Se lleva a cabo en offset y emplea tintes especializados.

(k) Cualidades que deben tener los billetes auténticos

Según las conclusiones a las que se arribó en la Asamblea General de la OIPC-INTERPOL de 1967, son:

- (i) Impreso en papel de alta calidad.
- (ii) Filigrana nítida.
- (iii) Fondo de seguridad multicolor y mezclados.
- (iv) La imagen principal con gran perfección, impreso en talla dulce y con relieve que sea fácilmente sentido por el tacto.
- (v) Variación en el tamaño de los billetes en sus distintas nominaciones (valores)
- (vi) Presencia de dispositivos de seguridad de alta calidad.
- (vii) 100 % de algodón como materia prima del papel.
- (viii) 0.1 mm. de espesor. (un décimo de milímetro)
- (ix) 80 a 85 gr. de peso por metro cuadrado.
- (x) 8 a 10 kg. de peso como resistencia a la tracción
- (xi) De 2,500 a 3,000 dobleces de resistencia como mínimo.

(3) Estudio de la moneda nacional auténtica

Enumeraremos los billetes nacionales de las cuatro denominaciones más importantes actuales (1996-2003), considerando sus características generales principales, además de las



específicas, y sus mecanismos de seguridad, perceptibles a primera vista o mediante el uso de una lupa habitual.

(a) Características generales

(i) Papel

1. Fiduciario: Algodón y lino
2. Tamaño: 150 x 75 mm.
3. Grosor: 0.10 mm.
4. Filigrana: ventana del billete
5. Fibrillas: de colores distribuidas en todo el billete. Son fluorescentes.
6. Plaquetas: todos los billetes de nuevos soles.
7. Hilo de seguridad: "Standust" intersaliente (brillante plateado) solo en el anverso y normales (2da. edición) y desmetalizados.

(ii) Tintas

1. Fiduciarias: multicolores
2. Luminiscencia: fluorescentes
3. Visibles con filtro valor con tinta metamérica fluorescente, bajo los arabescos al lado de la ventana.

(iii) Impresiones

1. En intaglio: alto relieve perceptible al tacto en anverso y reverso.
2. Figura principal del anverso y reverso.
3. Textos administrativos
4. Valores numérico y literal
5. Escudo
6. Recuadro del billete
7. Microimpresiones (bajo el nombre del banco, en el anverso).
8. Imagen latente (BCRP) parte inferior central del anverso.
9. Visibles con filtros (también fluorescentes).
10. Fluorescentes (anverso: aparte del anterior, la corona central y la imagen coincidente)

(iv) En tipografía

1. Número de serie en negro: vertical, perfectamente alineada, en la izquierda del anverso.
2. Número de serie en color: con dígitos crecientes (asimétricos), hacia la derecha 50 y 100 nuevos soles.
3. Firmas: Tres (03) centrales en el anverso.



(v) Litografía

1. Anverso y reverso
2. Fondo de seguridad: multicolor.
3. Tonus rompus: multicolor.
4. Imagen coincidente: lado izquierdo del billete (anverso).

(4) Falsificación de moneda

Viene a ser un instrumento con apariencia de moneda auténtica convertida en una unidad de cambio y de pago sin ninguna garantía o respaldo del Estado. La falsificación puede ser de moneda metálica o de moneda fiduciaria (billetes de banco).

La alteración de moneda es un crimen muy antiguo, y diríamos que coetáneo con la aparición de la misma moneda, que hoy en día requiere a la policía mantener una vigilancia constante para identificarla. La batalla contra este crimen cobra su auténtico significado al descubrirse la velocidad y sencillez con la que se pueden emitir grandes cantidades de billetes falsos; este punto se intensifica aún más dado que los avances tecnológicos, logrados en el ámbito de la imprenta y reproducción, posibilitan que individuos sin una habilidad específica, se transformen en falsificadores.

Figura 346
Falsificación de monedas



Nota. Imágenes tomadas en la sala de instrumental de documentología - DIRCRI PNP.

(a) Falsificación de moneda fiduciaria o de papel

Desde que sustituyeron las monedas metálicas como medios de cambio y pago, los billetes también han sido blancos de falsificaciones de diversas clases y calidades. Esto ha llevado a que las empresas productoras o responsables de la emisión de billetes, busquen progresivamente más y novedosos sistemas de protección y seguridad que sobrepasen la capacidad de los falsificadores.

(i) Calidad de las falsificaciones

Los billetes falsificados que han circulado a nivel mundial tanto en Perú como en todo el mundo, han sido valorados por la Asamblea General de la OIPC - INTERPOL en 1967, en las siguientes condiciones:



1. Muy malas

Donde se emplean materiales tales como papel y tintas de baja calidad. Su aceptación y circulación son limitadas, siendo fácilmente detectadas por individuos con escasa comprensión.

2. Malas

En esta modalidad de falsificación se emplean métodos de producción o modificación con graves imperfecciones, evidentes como la ausencia de nitidez, una tonalidad diferente, las figuras invertidas, entre otras, en comparación con un billete auténtico. El billete fraguado puede ser circulado percibiéndolo como lavado, manchado, ajado, entre otros; Sin embargo, su rápido desgaste lo puede identificar con facilidad.

3. Regulares

En este escenario, la técnica utilizada, que puede ser resultado de métodos mecánicos o técnicos incorrectos, se emplea una mejor calidad de papel o tinta. Sin embargo, en su circulación se deteriora, ya que no resisten dobleces ni fricciones constantes, lo que permite identificar su falsedad.

4. Buenas

A primera impresión, el billete muestra claridad y una presentación (acabado) parecida a la auténtica. Personas con habilidades especiales que utilizan técnicas avanzadas, además de instrumentos y materiales de alta calidad. El público suele ser incapaz de reconocer el billete, por lo que se requiere la intervención de expertos en la identificación de moneda falsificada.

5. Muy buena

Es la calificación más alta para los billetes que se han obtenido mediante métodos técnicos de impresión. En esta situación, se hace uso de papel con gran anticipación, y se imita la caligrafía a través de algún artificio. Los mecanismos de seguridad están adecuadamente desarrollados. Solo los especialistas pueden identificar la falsificación del billete a través del equipo óptico que dispone el Laboratorio de la Dirección de Criminalística PNP. Actualmente, esta calidad se alcanza gracias al avance de la técnica y a la sencillez de encontrar en el mercado los medios requeridos para su fabricación.

6. Perfectas

Estas falsedades se realizan en una empresa de impresión de billetes. Se utiliza el mismo método, equipo y materiales utilizados en la fabricación de billetes auténticos. Solamente se pueden determinar la falsedad de los billetes por las claves, errores voluntarios, marcas secretas, que son de difícil ubicación y de conocimiento sólo de los expertos de un país.

Dentro de esta categoría podemos señalar, por ejemplo, los billetes de Inglaterra (libras esterlinas) hechos por el partido Nazi de Alemania en la Segunda Guerra Mundial, como parte de la estrategia de guerra y con la finalidad de mermar la economía de Gran Bretaña. Hace unos años por información del gobierno



norteamericano, se detectó la falsificación de los billetes estadounidenses, los cuales fueron llamados "Súper dólar" fabricados según especulaciones por Irán, con todas las características y sistemas de seguridad que poseen las monedas auténticas.

Esta falsificación fue efectuada por un monto de diez mil millones de dólares (\$.10,000'000.00) y tuvo como objetivo principal inundar el mercado europeo con dichos billetes, motivando que en 1996 el país agraviado emita y ponga en circulación billetes con nueva denominación e incluyendo nuevos sistemas de seguridad; política de prevención de fraudes monetarios que se ejecuta cada 7 años, habiéndose programado para inicios del 2004 la puesta en circulación del nuevo billete americano de 20 dólares, y progresivamente el cambio de las demás denominaciones, características que se explicará más adelante.

Cabe mencionar en este tipo de falsificaciones los billetes de cien dólares de la serie 2001 con el prefijo CB y las letras del banco "B2" que supuestamente emitió los billetes, los mismos que presentan defectos de diseño, con notables diferencias en la calidad del papel, hilo de seguridad y otros que solo pueden ser advertidos por un experto, no habiéndose determinado fehacientemente aún el lugar de fabricación de estos billetes falsificados.

Solo es posible identificar la autenticidad de los billetes a través de las claves, fallos voluntarios y marcas secretas, que requieren una localización complicada y solo son conocidas por los especialistas de un país. En esta categoría podemos mencionar, por ejemplo, los billetes de Inglaterra (Libras esterlinas) producidos por el partido nazi de Alemania durante la Segunda Guerra Mundial, como parte de su estrategia bélica y con el objetivo de disminuir la economía británica.

Hace unos años, gracias a la información del gobierno de Estados Unidos, se descubrió la falsificación de los billetes de Estados Unidos, conocidos como "Súper dólar", producidos de acuerdo a especulaciones de Irán, con todos los atributos y sistemas de seguridad que tienen las monedas verdaderas.

Esta falsificación se llevó a cabo por un valor de Diez Mil Millones de Dólares (\$.10,000'000.00) con el propósito principal de saturar el mercado europeo con estos billetes, incentivando que en 1996 el país afectado emita y ponga en circulación billetes con nueva denominación e incorporando nuevos sistemas de seguridad; política de prevención de fraudes monetarios que se lleva a cabo cada 7 años.

Para inicios del 2004, se había programado la emisión del nuevo Billete americano de y gradualmente la modificación de las otras denominaciones, aspectos que se detallarán más adelante. Es importante destacar en este tipo de falsificaciones los billetes de cien dólares de la serie 2001 con el prefijo CB y las letras del banco "B2" que supuestamente emitían los billetes.

Estos últimos exhiben fallos de diseño, con variaciones significativas en la calidad del papel, hilo de seguridad y otros aspectos que solo pueden ser detectados por un experto, aún no se ha establecido con certeza el lugar de producción de estos billetes falsificados.



(ii) Métodos de falsificación de billetes

Primero, es imprescindible distinguir entre la verdadera falsificación y la adulteración de billetes. La primera implica la creación de un billete replicando o replicando todos los componentes que tienen los billetes auténticos, tales como el papel, la tinta, la impresión y sus mecanismos de seguridad; y la segunda implica modificar o modificar la esencia de un billete auténtico o su parte para incrementar su valor u obtener otro. Tanto en las falsificaciones como en las adulteraciones se utilizan los procedimientos señalados en el cuadro siguiente:

1. Artesanales

- Dibujo
- Sello
- Contacto.
- Retocados de Impresos obtenidos por Offset

2. Técnicos

- Offset
- Fotostática a color (Tóner)
- Fotostática a color Láser
- Escaneados u otros sistemas de captura de imágenes digitalizadas

3. Adulteración

- Añadido o agregado
- Retocado
- Billete partido
- Lavado químico
- Billete fragmentado

4. Métodos artesanales

Se hace uso solamente de técnicas manuales. Este tipo de falsificación se lleva a cabo mediante las siguientes formas:

a. Dibujo

Elaborado por dibujantes artesanales que replican a mano los atributos de un billete genuino. Se utiliza papel común y utensilios de escritorio habituales, tales como plumas, bolígrafos, plumones y tintas de varios colores.

b. Sello

El falso realizado realiza grabados alrededor de los rasgos del billete, principalmente los de mayor denominación, recortando las partes más relevantes de la moneda en planchas de jebe especial, para lo cual emplee cuchillas muy





finas, consiguiendo así un sellado con las imágenes necesarias, que será útil para la emisión de billetes en serie. Los sellos empleados para imprimir el fondo del billete o el escudo, pueden ser producidos en una imprenta o en cualquier taller de artes gráficas.

c. Contacto

i. Transferencia al negativo

El falsificador utiliza, por lo general, un billete nuevo, que introduce en una cubeta con una solución hecha de trementina, alcohol o ácido fénico, con el objetivo de suavizar las tintas originales. Con este último proceso, se coloca el billete entre dos hojas de papel cebolla y, a través de la presión con un rodillo, se consigue que la tinta y sus propiedades cromáticas se traspasen al papel nuevo.

Así se consigue la reproducción del anverso y reverso del billete, pero en sentido contrario (al negativo); ambas caras se adhieren a la parte sin entintar y al unirse, sus características se presentan en su forma original. Sin embargo, antes de este procedimiento, se incorporan los dispositivos de seguridad en el medio. La falsificación puede identificarse a través del grosor, la ilegibilidad y la escasa intensidad de los colores del billete. Es complicado su aceptación de manera individual, pero sí puede ocurrir en el seno de un fajo.

ii. Transferencia al positivo

Se trata de una versión del método anterior. En esta situación, las copias adquiridas "al negativo" del anverso y reverso del billete, se encuentran directamente en contacto con papel en blanco al que se le asignará "al positivo". Esta duplicidad provocará que el billete adquirido tenga poca nitidez y poca intensidad en sus colores.

iii. Transferencia positiva por transparencia

Es otra versión del primer procedimiento de contacto, o sea, transparencia hacia el "negativo". En esta situación, también se utilizan dos láminas de papel especial, fino y transparente, donde se reproducen tanto el lado delantero como el opuesto del billete. Las dos reproducciones se adhieren a un tercer papel (central), por la parte donde fueron obtenidas, de manera que, debido a la transparencia del papel, las figuras se puedan observar al lado derecho (positivo). Previo al pegado, realizado con laca artificial, se ha incorporado el "hilo de seguridad" y la representación de la "filigrana" con sello o dibujo. Una vez seco, el billete se unta con aceite (en una proporción reducida) para intensificar su transparencia y facilitar la identificación de las "impresiones".

iv. Características

Al principio, el papel se percibe como grueso y de buena consistencia, característica que se va desvaneciendo con el uso debido a que se fabricó en papel habitual.



- El billete se nota grasoso y opaco en los colores de las impresiones como si hubiera sido lavado.
- Se presenta sin nitidez en las impresiones con muchos empastamientos (desbordes de las tintas) y sin alto relieve donde debe existir el intaglio.
- No soporta los dobleces, ramificándose fácilmente (quebradizo) y las fibras del papel se levantan con el frotamiento.
- La "filigrana" cuando es imitada, se nota burda y toscamente delineada.
- No se aprecian con nitidez los dispositivos de seguridad.
- Por el manipuleo se levanta una de las hojas mostrando el pegamento blanco central.

(iii) Métodos técnicos de falsificación

Se conoce como "método técnico" porque, además de la fotografía e imprenta, los falsificadores deben utilizar tecnología que solo pueden gestionar especialistas o técnicos en artes gráficas, y/o diseño gráfico. Los materiales que emplean suelen ser de menor calidad que los papeles y tintas fiduciarios. Entre los principales métodos técnicos de falsificación se encuentran el sistema offset del cual se tratará a continuación:

1. Sistema offset

El offset es un sistema de impresión indirecto que se basa en la inmiscibilidad de los cuerpos grasos con el agua, al igual que la litografía, pero haciendo uso de planchas de zinc o aluminio, como elementos impresores, así como de medios mecánicos o automáticos rotativos (maquinarias).

Los billetes que son producidos por este sistema son fácilmente reconocibles por su falta de relieve o rugosidad, por esto que generalmente luego de este proceso los billetes son sometidos a un retocado artesanal para incluir algunos dispositivos de seguridad que en algunos casos provienen o son extraídos de billetes auténticos como son las plaquetas, cintillos o hilos de seguridad y aplicación de lacas en la superficie para neutralizar la acción de la luz UV.

2. Procedimiento del offset

a. Fotografiado de billetes auténticos

Mediante la utilización de filtros especiales, se capturan imágenes para adquirir tantos negativos como colores tenga el billete que se pretende falsificar. Los negativos se incrementan significativamente para corregir los posibles fallos de línea que hayan surgido en estos.

Después de ser retocados, los restringen a su tamaño habitual, formando los fotolitos. El sistema descrito se ha perfeccionado mediante la utilización de escáneres de alta resolución, facilitando el retoque con programas de gestión de imágenes, resultando casi perfectos los diseños que se reproducen.



b. Quemado de planchas

Los fotolitos se sitúan en una placa de zinc revestida de albúminas y sustancias químicas como bicromato de amoníaco o elementos sensibles a la luz, exponiéndolos a una luz intensa (arco voltaico), que se filtrará por la película (en los espacios claros), registrándose la imagen que este posee sobre la misma placa.

c. Lavado de las planchas

La emulsión fotosensible de la superficie que no ha sido iluminada es disuelta por el agua, quedando grabado el fotolito en el área que sí fue iluminada. Esto se debe a que la luz transforma dicha emulsión en insoluble, resultando en la plancha impresora o cliché con la imagen "al derecho" o al positivo.

d. Impresión

La obtención del cliché se situará en el cilindro superior de una máquina de impresión offset (cilíndrica, rotatoria y mecánica). Las secciones grabadas en la plancha admitirán las tintas de los rodillos con olor y descartarán el agua que sí se adhiere a las secciones no grabadas.

Las que acepten la tinta, envíen la imagen a un cilindro intermedio cuyo revestimiento es de caucho (jebe) conocido como "mantilla"; este recibe la imagen "al revés" o al negativo (en una fina capa de tinta) y será el encargado de imprimir el papel que se encuentra en un tercer cilindro abajo. En la impresión del billete falso se emplearán tantos clichés como colores se escogieron durante la toma de las fotografías.

e. Características de la impresión offset

Un billete falsificado por este procedimiento técnico, presentará características similares a las que han sido señaladas para la litografía, como:

- Las superficies impresas no presentan alto ni bajo relieve, en consecuencia, es plano, suave al tacto y sumamente liso.
- En el papel la impresión sólo aparece como una fina capa de tinta, que es absorbida al momento de la impresión.
- La tonalidad de las tintas es clara.
- Con este sistema de impresión se falsifican la mayor parte de los billetes del mundo.
- No se reproducen exactamente los detalles finos de impresión que muestra un billete auténtico, es decir, las tintas de diversos colores no encajan exactamente como sí se produce en una moneda original. Se notan faltos de nitidez y detalle.
- Los billetes falsos se muestran carentes de naturalidad, borrosos, por tratarse sólo de una fotografía del original.
- Los billetes falsos obtenidos por scanner, presentan otras características como: tramado especial y mayor naturalidad en la tonalidad de colores,



pero aparecen emplastamientos detectados a simple vista.

f. Fotostática a color

Se reproduce en máquina fotocopidora el billete auténtico tanto por su lado anverso como por el reverso. Se utilizará un solo papel para realizar copias en serie con la reproducción de las características de los billetes auténticos; no obstante, debido a su ausencia de tonalidad, se le dará un retoque con bolígrafos, plumones, etc. Este tipo de falsificación es poco frecuente debido a su fácil identificación y a su elevado costo de reproducción.

g. Escaneados

No es habitual, pero en otras naciones es más habitual. El método consiste en que, a través de la captura de imágenes digitalizadas, el falsificador puede rehacerlas utilizando programas específicos para después imprimirlas en impresoras a color, desde las inyecciones de tinta a chorro, como las LASER. La principal distinción con los auténticos radica en la ausencia de relieve, aunque estos pueden ser retocados para otorgarles un toque de autenticidad.

h. Adulteraciones, añadido o retocado

Esta clase de adulteración se produce cuando a un billete auténtico de baja denominación, se le erradica o elimina algunas características impresas, principalmente las cantidades numérica y literal, sobre las cuales se añade otras, que corresponden a una de mayor valor, dándole la coloración que le corresponde o adhiriéndoles otras figuras o motivos por métodos manuales. Otro caso más simple aún, consiste en dibujar o pegar un cero a la derecha de los valores y convertir un billete en diez veces más su valor legal.

i. Billeto partido

Es una adulteración que implica distinguir el anverso y el reverso de un billete auténtico, debido a la característica que posee el papel fiduciario al estar hecho de fibras largas de algodón.

Después, en la sección en blanco de cada una de estas hojas, se pega una réplica conseguida por cualquiera de los métodos de falsificación previamente mencionados, lo que resulta en dos billetes adulterados, uno con una cara verdadera y el otro falso. Por lo tanto, resulta beneficioso examinar las dos caras de un billete dudoso.

j. Lavado químico

Con el progreso de la ciencia, especialmente en el campo de la química, hoy en día se puede eliminar la impresión de un billete auténtico. Esto significa que a través de un lavado químico se suprime la tinta, dejando un papel fiduciario en blanco, donde se pueden escribir, a través de los métodos de falsificación previamente mencionados, los detalles de un billete de gran valor.



k. Billeto fragmentado

Es un método que permite construir uno completo utilizando partes de billetes auténticos, solo es necesario identificar los números de serie que no se ajustan, para identificar el fraude financiero.

(iv) Sustitución de dispositivos de seguridad en billetes falsificados

Los falsificadores, al elaborar (imitar) o adulterar un billete, emplean métodos, sistemas y materiales mayoritariamente artesanales, para reemplazar los dispositivos de seguridad:

1. En el Papel

a. Imitación del hilo de seguridad

- i. Mediante un hilo común que se coloca entre las dos hojas de papel que conforman el billete falso por "contacto".
- ii. Haciendo presión en línea recta con una "punta seca" por el reverso.
- iii. Con un trazo recto con lápiz negro o color.
- iv. Produciendo un doblez o pliegue transversal.
- v. Por impresión interna o externa mediante algún sistema y con tinta gris.
- vi. Colocando una fibra de papel metálico en el interior.
- vii. Utilizando pintura plateada.
- viii. Por depresión mecánica (impresión en seco).
- ix. Colocando un hilo auténtico extraído de un billete de igual denominación.
- x. Imprimiendo mediante sistemas informáticos en el interior del papel.

b. Imitación de las plaquetas y fibrillas de seguridad

- i. Pintando o dibujándolas a mano con plumones finos, pinceles o bolígrafos de punta fina.
- ii. Adhiriendo en la superficie del papel, fragmentos de hilos, sedas, fibras delgadas de algodón y nylon.
- iii. Imprimiéndolos en el papel, según tamaño y forma, por el sistema de impresión offset.
- iv. Colocando un confeti extraído de un billete de igual o menor denominación

c. Imitación de la filigrana

- i. Dibujándola a mano linealmente en el interior del billete falso de dos hojas, sin tonos.
- ii. Dibujándola artísticamente, con tonos.



- iii. Impreso con sello de imprenta, con tinta blanca clara y con características indelebles.
- iv. Impreso mediante el sistema técnico offset, con tinta clara.
- v. Pegando una imagen confeccionada y recortada, en papel delgado.
- vi. Impreso por el sistema serigráfico.
- vii. Impreso entre dos hojas, con tinta blanca.

d. En las tintas

- i. Luminiscentes: utilizando tintas fluorescentes comunes o las conocidas como masillas fosfóricas
- ii. Magnéticas: utilizando tintas magnéticas y adhiriendo magnetita en polvo.
- iii. Variación óptica: obtenidas de sustancias de tipo purpurina o limaduras de finas de cobre.

e. En las impresiones

i. Imitación del intaglio

- Mediante una impresión "en seco" por el reverso del billete falso, con máquina tipográfica.
- Aplicación de lacre en polvo sobre las superficies impresas, el que se adhiere por calor y forma alto relieve.
- Mediante el sistema termográfico.
- Pegando sustancias ásperas transparentes.
- Mediante el sistema xerigráfico.
- Efectuando hendiduras en el reverso del papel con "punta roma" o "punta seca", para aparentar por el anverso un alto relieve.
- Uso de planchas de huecograbado artesanal.

ii. Imitación de la tipografía

La tipografía es un método de impresión habitual, que presenta problemas para obtener los tipos numéricos necesarios para la impresión del número de serie con las mismas propiedades y tamaño de los auténticos, debido a su falta en el mercado. Después, se llevará a cabo la imitación de la tipografía utilizando tipos o caracteres de uso habituales.





(b) Falsificación de la moneda metálica

Es imprescindible para la fabricación de moneda falsa contar con una moneda metálica auténtica, a la que se le replicará o adulterará alterándole su valor interno o externo.

(i) Métodos de falsificación de moneda metálica

1. Moldeado

Este procedimiento emplea el yeso de París o materiales parecidos para crear moldes, uno para cada lado de la moneda, empleando sustancias grasas que impiden la adhesión entre ambos elementos (yeso y moneda).

Previo a la unión de los dos moldes, se realizará un pequeño canal en un extremo donde se pueda depositar el metal fundido (plomo, cobre, bronce, entre otros). Al refrigerar y dividir los moldes, se conseguirá una réplica de la moneda, la cual necesitará ser repintada. Esta actividad provocará limaduras, variaciones de color, bordes desconocidos y cavidades generadas por burbujas de aire (granulaciones), que serán útiles para su identificación como moneda falsificada.

2. Galvanoplastia

Esta técnica electrolítica se utiliza en el procedimiento previo para revestir con una fina capa de metal a la moneda adquirida a través de moldes, proporcionándole el aspecto del metal utilizado en las monedas reales. El procedimiento de galvanoplastia permite la creación de películas de metal que reproducen cada cara de la moneda original. Para conseguirlo, introduzca la moneda en la cubeta electrolítica en dos ocasiones, en cada una de las cuales aíslan una de las caras con grafito argentino, con el fin de conseguir la reproducción deseada. Una vez que se obtenga estas películas, se procede a insertar en ellas un disco de cualquier metal común de un diámetro visible y posteriormente las sueltan finamente en toda su longitud circular. Examinando esta unión, resulta sencillo identificar que la moneda es engañosa.

3. Troquelado

Este procedimiento de falsificación utiliza el mismo método que se emplea para adquirir moneda auténtica, es decir, es imprescindible elaborar las matrices o cuños. En relación a esto, existen las siguientes formas de conseguir estos cuños:

- Por medio de personal técnico en grabados de clichés.
- Confección de matrices mediante el calentamiento (al fuego) de una moneda, que, al presionarse sobre una plancha o bloque metálico, deja grabada todas sus características, formándose los cuños.
- A través de la electroerosión, que implica la creación técnica de matrices o cuños, empleando equipos de grabación tipo pantógrafo, se reproducen en bajo relieve y en sentido inverso, las formas o figuras de la moneda auténtica. Estas matrices permiten la creación de monedas por troquelado, empleando discos de metal que se cortan al tamaño de la moneda seleccionada para falsificar. Este procedimiento presenta limitaciones, tales como: Uso de metales de baja presión (maleables), operación lenta, se gastan o deterioran fácilmente, se doblan por la debilidad de su consistencia, quedan huellas del retocado, presentan grosores irregulares.



- d. Una vez que se han fabricado los cuños, continúa con la confección del cospel, que resulta más fácil ya que se obtienen láminas de metal similares a las auténticas (alpaca) y se procede a cortarlas en el diámetro establecido.
- e. El tercer paso es la acuñación, la cual se lleva a cabo a través de instrumentos hechos a mano como las prensas de torno, que poseen una producción restringida en términos de calidad y cantidad, en contraste con los más avanzados como los de prensa hidráulica, encontrados en varias operaciones realizadas por las Unidades Policiales. Estos últimos producen monedas metálicas de mayor calidad y mayor volumen, debido a la presión que se aplica en la prensa.

(ii) Adulteración de moneda metálica.

1. Calado

Se extrae el metal fino por el borde de la moneda utilizando taladros, la misma que se rellena con otro metal (oro por plomo).

2. Recortado

El grosor de los contornos o figuras, se rebajan mediante el uso de algún instrumento aparente.

3. Aserrado

Se corta la moneda en partes y se extrae por calado el metal fino, se rellena y vuelve a soldar.

(iii) Análisis de la moneda metálica falsificada

Para establecer con certeza si una moneda es auténtica o falsa, es imprescindible llevar a cabo un análisis físico y químico exhaustivo. En este se utilizarán los conocimientos obtenidos y el equipo apropiado, además de poseer destreza visual y una moneda auténtica para la comparación necesaria y observar, observando las siguientes características:

1. El metal empleado, su proporcionalidad entre el fino y el común.
2. El peso.
3. El color y brillantez, considerando el pulido.
4. El diámetro, que es mayor cuando se obtiene por galvanoplastia.
5. La sonoridad, considerando que el sonido es más agudo en las monedas auténticas, debido al metal fino que posee.
6. El grosor, para lo cual se utilizará el vernier o micrómetro.
7. La ductibilidad y maleabilidad de las monedas.
8. La grabación de los bordes, como dispositivo de seguridad.
9. La nitidez de las grabaciones.



(iv) Análisis de la moneda metálica de colección

Figura 347

Monedas metálicas de colección



Denominación: S/. 1,00
Aleación: Alpaca
Peso: 7,32 g
Diámetro: 25,5 mm
Canto: Estriado
Año de acuñación: 2010
Anverso: Escudo de Armas
Reverso: Denominación y motivo alusivo al Tumi de Oro



Denominación: S/. 1,00
Aleación: Alpaca
Peso: 7,32 g
Diámetro: 25,5 mm
Canto: Estriado
Año de acuñación: 2010
Anverso: Escudo de Armas
Reverso: Denominación y motivo alusivo a Los Sarcófagos de Karajja



Denominación: S/. 1,00
Aleación: Alpaca
Peso: 7,32g
Diámetro: 25,5mm
Canto: Estriado
Año de acuñación: 2011
Anverso: Escudo de Armas
Reverso: Denominación y motivo alusivo a las Chullpas de Sillustani



Denominación: S/. 1,00
Aleación: Alpaca
Peso: 7,32g
Diámetro: 25,5mm
Canto: Estriado
Año de acuñación: 2011
Anverso: Escudo de Armas
Reverso: Denominación y motivo alusivo a las Chullpas de Sillustani



Denominación: S/. 1,00
Aleación: Alpaca
Peso: 7,32g
Diámetro: 25,50mm
Canto: Estriado
Año de acuñación: 2011
Anverso: Escudo de Armas
Reverso: Denominación y motivo alusivo a Machu Picchu
Emisión: 10 millones de unidades





Denominación: S/. 1,00
Aleación: Alpaca
Peso: 7,32g
Diámetro: 25,50mm
Canto: Estriado
Año de acuñación: 2011
Anverso: Escudo de Armas
Reverso: Denominación y motivo alusivo al Monasterio de Santa Catalina
Emisión: 10 millones de unidades

vi) Los billetes norteamericanos - dólar USA

La moneda de los Estados Unidos de Norteamérica de hecho ha sufrido cambios importantes a través de los años, desde la primera serie de billetes de banco emitida por dicho país en 1861. Esos primeros billetes se hicieron con un papel distinto de algodón y lino, tinta verde y un diseño de línea fina. En 1928 cada una de las denominaciones se estandarizó por medio de retratos y grabados específicos, fáciles de reconocer.

En 1990 el billete norteamericano se complementó con el hilo de seguridad que pasa verticalmente a través del lado izquierdo del anverso del billete, así como microimpresiones que bordean la imagen principal del anverso. A partir de las series de 1996 esta moneda ha sufrido un cambio mayor al insertar nuevos dispositivos de seguridad e incluir diseños de mayor tamaño como lo son los personajes principales; a partir del 2004 circularán los billetes de 20 dólares, que rompen con los colores tradicionales del dólar, al aplicarse colores azules en el "águila" y fondo de color durazno en el anverso del billete, en este extremo existirán hasta tres billetes diferentes de curso legal hasta que se hayan retirado progresivamente de circulación los billetes emitidos antes del año 1996, a partir de 1996 y los que entrarán en vigencia a partir del 1 de enero de 2004.

Por otro lado, la importancia de estudiar el billete de dólar USA estriba en el hecho estadístico de que aproximadamente el 80% de las falsificaciones en el mundo son de dicha moneda. En nuestro medio es constante la aparición de billetes falsos de dólares en el sistema cambiario informal en general, denominado dólar paralelo. Esta situación motiva el conocimiento amplio de las características del billete auténtico y de los tipos de falsificación comunes, las cuales se especifican a continuación:

(1) Descripción general de los billetes de dólar USA

(a) El papel:

- Constituido por 75% de fibras de algodón y 25% de lino.
- Las fibras son entretrejidas y compactas.
- De superficie lisa (pulida) por su encolado proteico (gelatina animal), con glicerina y presencia de melanina.
- De color blanquecino con apariencia verdosa.
- Hilo de Seguridad de polímero con las inscripciones de acuerdo a su denominación.
- Fibrillas de Seguridad de colores rojo y azul entremezcladas con la masa del papel durante su fabricación. Son confeccionadas de rayón.



- El sonido que produce a la acción de la tracción es agudo o crocante.
- Presenta similares características que el papel moneda de nuestros billetes.

(b) Las tintas:

- De colores intensos, negro en el anverso y verde olivo en el reverso.
- Tienen una composición especial (fórmula secreta).
- La tinta del anverso (negra) presenta base magnética, que da lugar al uso de detectores de billetes que perciben dichas características, encendiéndose una luz.

(c) Nomenclatura del dólar

Aparte de los elementos constitutivos ya descritos para los billetes en general, el del dólar posee otros particulares como:

- Categoría o tipo de billete, ubicado en la parte central superior del anverso. (serie antes de 1996), y superior derecho serie 1996.
- Sello del tesoro, impreso en la parte central del lado derecho del anverso, en color (según el tipo del billete).
- Sello del banco, situado en la parte central del lado izquierdo del anverso, impreso en color negro.
- Letra de control y número del cliché del anverso (parte inferior derecha de la imagen o según el tipo de billete).
- Número del cliché del reverso (parte derecha).
- La serie (año de emisión), lado derecho de la base del retrato principal.
- Las firmas del tesorero y secretario del tesoro, ubicados en la parte inferior de los lados izquierdo y derecho, respectivamente.

(d) Impresiones

(i) Intaglio

Con este sistema se imprimen las partes más importantes o principales del anverso (en negro) y todo el reverso del billete.

(ii) Tipografía

A partir de la emisión del billete de la serie 1963 B a la fecha, se imprimen tipográficamente sólo lo siguiente: el sello del tesoro y del banco con sus respectivos números de serie. En los billetes de 100 el sello del banco es realizado en intaglio. Como dato también se imprimen por tipografía las firmas y la serie (1935).

(2) Descripción de los detalles de seguridad del dólar

Se relaciona a las correspondencias existentes entre las partes del billete, es decir, la adecuada relación que debe haber entre los elementos de dos o más conjuntos.



(a) Categoría o tipo de billete

Se le identifica por el texto administrativo, el color del sello del tesoro y el número de serie.

- Federal Reserve Note: color verde
- United State Note: color rojo
- Silver: color azul

En la actualidad el 99% de billetes de dólar pertenecen a la primera categoría o tipo (verdes), en consecuencia, no resultarían falsos aquellos que tuvieran colores rojo o azul, tampoco otros, como los antiguos:

- National Currency: color café
- Fed. Res. Bank Note: color café
- Golden Certificate: color oro

(b) Correspondencia entre la denominación con las imágenes del anverso y reverso

- Un dólar
Anverso: George Washington
Reverso: Great Seal (Gran sello de EE.UU.)
- Dos dólares
Anverso: Thomas Jefferson
Reverso: Monticello o Declaración de la Independencia.
- Cinco dólares
Anverso: Abraham Lincoln.
Reverso: Lincoln Memorial (Mausoleo de Lincoln).
- Diez dólares
Anverso: Alexander Hamilton
Reverso: U.S. Treasury (Edificio del Tesoro EE. UU)
- Veinte dólares
Anverso: Andrew Jackson
Reverso: White House (La Casa Blanca)
- Cincuenta dólares
Anverso: Ulises Grant
Reverso: U.S. Capitol (Capitolio de EE. UU)
- Cien dólares
Anverso: Benjamín Franklin
Reverso: Independence Hall (Cabildo de la Independencia).



Figura 348

Billetes de dólares americanos con denominación e imágenes del anverso y reverso



Billete de 1 dólar
George Washington



Billete de 1 dólar
Sello de los Estados Unidos



Billete de 5 dólares
Abraham Lincoln



Billete de 5 dólares
Monumento a Lincoln



Billete de 10 dólares
Alexander Hamilton



Billete de 10 dólares
Departamento del Tesoro



Billete de 20 dólares
Andrew Jackson



Billete de 20 dólares
Casa Blanca



Billete de 20 dólares (Diseño nuevo)
Andrew Jackson



Billete de 20 dólares
Casa Blanca



Billete de 50 dólares
Ulysses S. Grant



Billete de 50 dólares
Capitolio





Billete de 50 dólares (Diseño nuevo)
Ulysses S. Grant



Billete de 50 dólares
Capitolio



Billete de 100 dólares
Benjamin Franklin



Billete de 100 dólares
Hall de la Independencia

Asimismo, existen denominaciones antiguas que ya no se imprimen desde hace muchos años Series 1934 e inclusive han sido retirados de la circulación, como los billetes de \$500, \$1,000, \$5,000, \$10,000 y \$100,000 dólares; cuyos retratos correspondían a William McKinley, Grover Cleveland, James Madison, Salomón P. Chase y Woodrow Wilson, respectivamente. Llevan como diseño en el reverso, la cantidad numérica adornada. Aunque la experiencia policial nos ha señalado de casos actuales de estafas utilizando especies falsas de alta denominación.

Los billetes vienen en denominaciones de \$1, \$2 (muy poca circulación), \$5, \$10, \$20, \$50, y \$100. Todos estos billetes son del mismo tamaño, de color verde; y solo se distinguen por el valor ubicado en sus cuatro esquinas y por las fotos de las personalidades de la historia del país como así también de ciertos monumentos nacionales.

(c) Sello del tesoro

La mayoría de los dólares de actual circulación, son de color verde (Federal Reserve Note), impreso en tipografía con gran perfección hasta en sus detalles finos (totalmente definidos), cuya descripción y nomenclatura de fuera hacia adentro son:

1. Borde externo aserrado, de dientes agudos, cúspides completas.
2. Línea Blanca externa de grosor uniforme.
3. Inscripción del sello (según la fecha de emisión):
 - a. Anterior al año 1966: "Treasury americanae septentrion alis sigillum" (latín).
 - b. Posterior a 1966 (actual) la inscripción inglesa: The Department of the Treasury.
4. Línea blanca interna.
5. El escudo con:
 - a. La balanza, con su punto de apoyo, brazos, cadenas y recipientes.
 - b. El Chevrón con sus bordes, estrellas de puntas definidas en número de 13 y sus líneas de sombreado.
 - c. Puntos de protección simétricamente dispuestos.



- d. La llave, cuyo paletón presenta en su parte central una ranura en forma de "T" y la vuelta que centralmente configura un claro en forma de "8".

(d) Sello, letra y números de banco

En la nomenclatura del dólar se ha especificado la ubicación de cada uno de ellos. Están impresos en negro y en tipografía. La característica principal del sello es su borde dentado, cuyas puntas son agudas y parejas (series antes de 1996). Un nuevo sello universal que es el símbolo de todo el sistema de la Reserva Federal aparece a partir de 1996 que presenta un águila americana

Existe correspondencia entre el nombre del banco que va inscrita dentro del sello, con la letra y números de banco, estos últimos tienen que coincidir con el orden numérico que tiene la letra dentro del alfabeto inglés, como a continuación se indican:

Tabla 13

Bancos de la Reserva de EEUU y sus letras

Bancos de la Reserva	Letra	Número
Boston	A	1
New York	B	2
Philadelphia	C	3
Cleveland	D	4
Richmond	E	5
Atlanta	F	6
Chicago	G	7
St. Louis	H	8
Minneapolis	I	9
Kansas City	J	10
Dallas	K	11
San Francisco	L	12

Nota. Tomada de la página web de "Federal Reserve Banks".

Estas letras en las series 1996 en adelante, se ubican en el segundo grafema del número de serie.

(e) Número de Serie

Se encuentra impreso en tipografía a cada lado del anverso del billete; está conformado de diez unidades gráficas: una letra anterior, ocho números y una letra o estrella posterior, a partir de la serie 1996 llevan 11 unidades alfanuméricas, correspondiendo la primera letra al año de emisión y la segunda a la letra del banco, ejemplo.

Sus características son:

- El diseño especial de las letras y números.
- Están impresos en forma pareja, uniforme y equidistante.
- Presentan la misma tonalidad de tinta que la usada en la impresión del sello del tesoro.
- El número de serie siempre se inicia con la misma letra correspondiente a la letra del banco (serie antes de 1996) posteriores corresponde al año de emisión.



- En los billetes de la "Federal Reserve Note", las letras iniciales del número de serie van de la "A" hasta la "L", antes de 1996.
- En los billetes de tipo U.S. Note y Silver Certificate, pueden tener letras de la "A" hasta la "Z", excluyendo la "O" por confundirse con el guarismo (0).
- Cuando los billetes llevan una estrella al final del número de serie, es en razón que el billete en su fabricación adquiere algún defecto y es necesario reemplazarlo, imprimiendo el sustituto con una estrella al final.
- El número de serie del billete reemplazante resulta fuera de secuencia. La estrella reemplaza a la letra final.

(f) Letra de control y número de cuadrante

- Los billetes emitidos antes de la serie 1963 A, solamente llevaron Letra de Control, por cuanto se imprimían ocho billetes por hoja antes de 1928, de tal manera que cada uno llevaba una letra en orden alfabético, de la "A" hasta la "H".
- Desde 1928 hasta 1950, se imprimían doce billetes por hoja, llevando letras de la "A" hasta la "L".
- A partir de 1951 hasta la serie 1963 A, se imprimieron dieciocho billetes por hoja, luego las letras iban de la "A" hasta la "R".
- A partir de la serie 1963 B, se imprimen 32 billetes por hoja, pero al no alcanzar el número de letras del alfabeto para cada billete, la hoja fue dividida en cuadrantes, y luego cada uno de éstos contenía ocho billetes cuyas letras van de la "A" hasta la "H", como letras de control, la que irá acompañada del número de cuadrante (1, 2, 3 ó 4), según el cuadrante donde se halle, tal como aparecen en los actuales billetes en la esquina superior izquierda del anverso.

(g) Letra de control y número de cliché del anverso

Como se especificó anteriormente, están situados en la esquina inferior derecha. La letra de control es la misma o se corresponde con la que aparece en la esquina superior izquierda junto al número de cuadrante. Va acompañada de uno o más dígitos que resulta ser el número del cliché con que se imprimió, en intaglio, todo el anverso. Estas características difieren con las series 1996 en adelante.

(h) Número del cliché del reverso

Aparece uno o más números muy pequeños en la parte derecha del reverso, constituyendo el número del cliché con que se imprimió dicha cara.

(i) La serie

- Constituye el año de emisión del billete.
- Tiene importancia por tener correspondencia con otros elementos del dólar, como las fechas en que se cambió determinada característica, como el diseño del sello del tesoro, el tipo de impresión, etc.
- Aparece una letra al costado de la serie, cuando en el curso de la impresión, cambió una de las firmas por la de otra persona, en un mismo año.



(j) Dispositivos de Seguridad en el Billete de \$.20 USA serie 2004

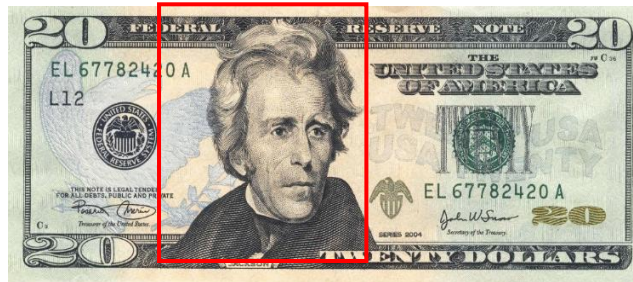
La Oficina del grabado e impresión del dólar americano ha ejecutado importantes cambios en los billetes americanos que irán ingresando en circulación progresivamente a partir del 2004, el primer billete será el de 20 dólares que presenta las siguientes características.

(i) Retrato

El retrato amplificado de Hamilton al cual se le ha retirado las líneas concéntricas que rodeaban el retrato y aparece descentrado a fin de dejar espacio para la filigrana y también para reducir el desgaste y las roturas sobre la Imagen Principal.

Figura 349

El retrato



(ii) Filigrana

Representa a la efigie de Hamilton y es visible en el anverso y reverso del billete, cuando se observa a trasluz.

Figura 350

Filigrana



(iii) Indicadores de la reserva federal

Con la letra y el número que aparecen debajo del número de serie (en el extremo superior izquierdo del anverso del billete), se identifica al Banco de la Reserva Federal que hizo la emisión.

Figura 351

Indicadores de reserva federal



(iv) Microimpresión

Se ha impreso el símbolo "UNITED STATES OF AMERICA" en la parte inferior izquierda inmediata a la imagen principal.

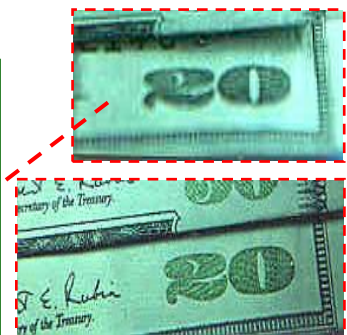
Figura 352
Microimpresión



(v) Tinta variación óptica

El valor numeral 20 que se ubica en el extremo inferior derecho del anverso del billete, presenta un color dorado verdoso observando de frente, cambiando a negro según el ángulo de visualización.

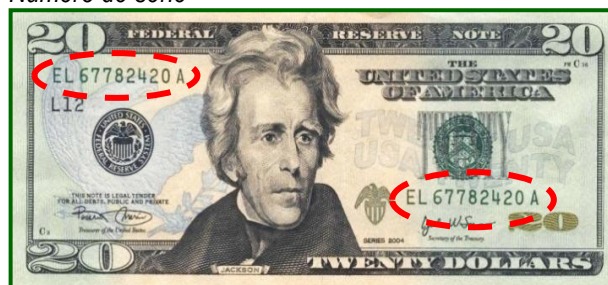
Figura 353
Tinta variación óptica



(vi) Número de serie

Al número de serie se le ha añadido una letra más. Esta combinación única de 11 números y letras aparece dos veces en el anverso del billete.

Figura 354
Número de serie

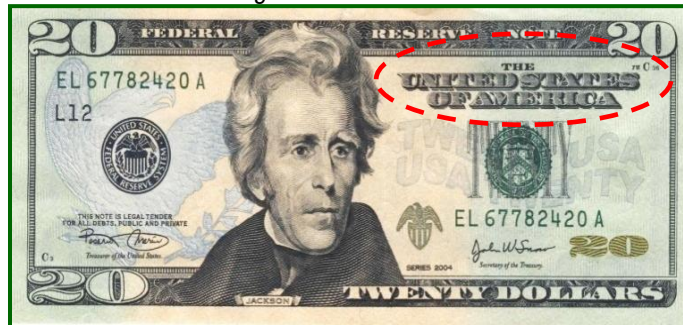


(vii) Los Grandes Textos Administrativos: "The United States Of America":

Han sido ubicados en el extremo superior derecho del anverso.

Figura 355

Textos administrativos grandes

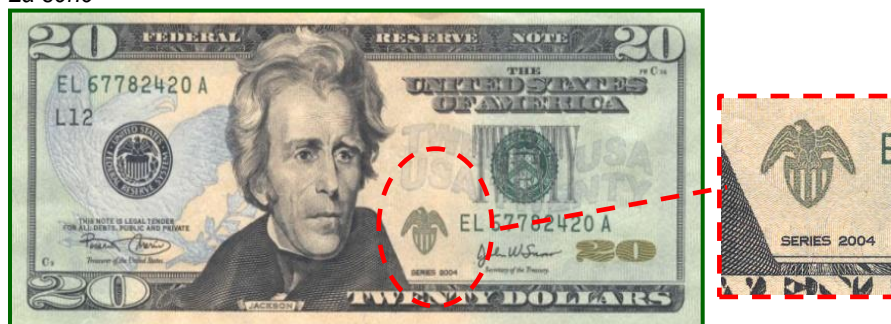


(viii) La serie

Correspondiente al año de emisión (2004), está impreso al lado derecho de la imagen principal.

Figura 356

La serie

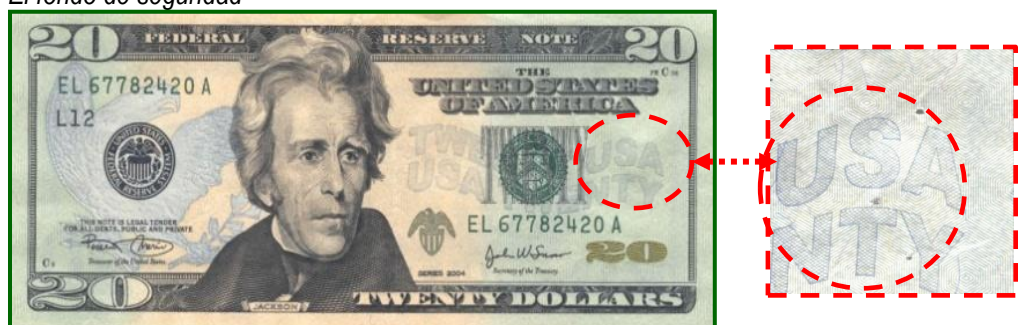


(ix) El fondo de seguridad

Correspondiente al año de emisión (2004), en el billete de 20 presenta impresos en offset, el águila de la libertad de color azul tenue y trazados lineales y geométricas, sobre un color durazno (anverso), mientras que en reverso se observa los dígitos 20 en la parte izquierda y derecha de la imagen principal.

Figura 357

El fondo de seguridad



(x) El hilo de seguridad

Se ubica en la parte izquierda del retrato coincidente al trasluz al águila de la libertad, presenta microimpresiones de la palabra “USA TWENTY” y una bandera americana.

Figura 358

El hilo de seguridad



(xi) Dispositivos de seguridad en el billete de USD 100 serie 2009

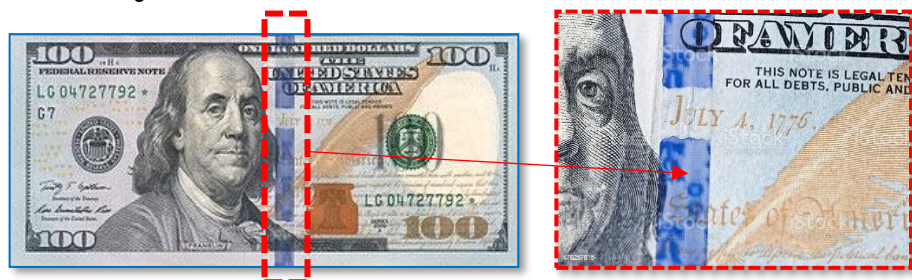
Con el fin de mantener bajos niveles de falsificación, la Oficina del Grabado e Impresión del dólar americano ha ejecutado importantes cambios en su moneda de papel, los cuales ingresaron en circulación progresivamente a partir del 2004, destacando el billete de US\$100 que presenta dos características de seguridad avanzada: la banda de seguridad en 3-D y la campana en el tintero. También incluye algunas características que son muy efectivas y que se utilizan en otras denominaciones de la moneda de los EE.UU., como la marca de agua, el hilo de seguridad y otras, las cuales describimos a continuación:

1. Banda de Seguridad 3-D:

Incorporado en la masa del papel de forma intersaliente, ubicado en la parte central del billete al costado derecho de la imagen principal (Franklin), observable a simple vista y cuando se inclina hacia arriba o hacia abajo fijando la atención en la banda. Verá que las campanas cambian a números “100” mientras se mueve.

Figura 359

Banda de seguridad 3-D



2. Tinta de variación óptica:

Se puede observar en dos lugares: en la campana del tintero, incline el billete para ver la campana que cambia de color cobre a color verde en el tintero de color cobre y



en el número “100”, en el extremo inferior derecho del anverso del billete cambia de color cobre a color verde.

Figura 360

Tinta de variación óptica



3. Filigrana o marca de agua:

Sostenga el billete a contraluz y busque la imagen tenue de Benjamín Franklin en el espacio en blanco a la derecha del retrato en el anverso y a la izquierda del hall de la independencia en el reverso

Figura 361

Filigrana o marca de agua

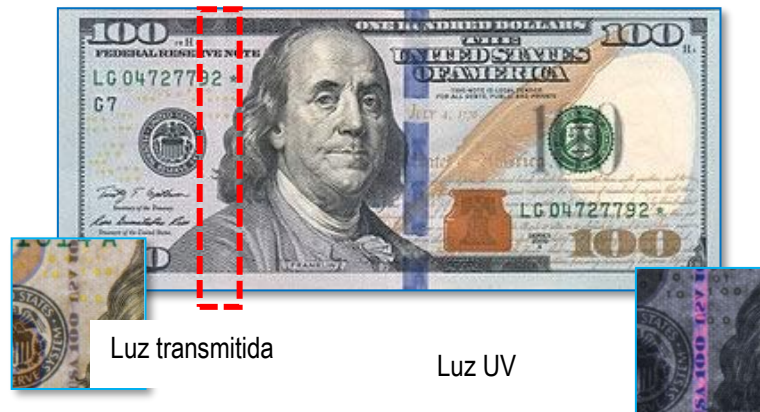


4. Hilo de seguridad:

Sostenga el billete a contraluz para ver el hilo de seguridad incrustado que aparece verticalmente hacia la izquierda del retrato. El hilo está impreso con las letras “USA” y el número “100” en un patrón alternativo y puede verse desde ambos lados del billete. Este hilo se ve de color rosa brillante cuando se lo ilumina con luz ultravioleta.



Figura 362
Hilo de seguridad



5. Impresión en relieve:

Mueva su dedo hacia arriba y hacia abajo en el hombro de Benjamín Franklin en el lado izquierdo del billete. Debe sentirse áspero al tacto, un resultado del proceso mejorado de impresión en relieve (intaglio) que se utiliza para crear la imagen. La impresión tradicional en relieve puede sentirse en todo el billete de US\$100 y le brinda a la moneda genuina de los EE.UU. su textura distintiva.

Figura 363
Impresión en relieve



6. Número de serie:

Elementos impresos en Tipografía, que consta de una serie alfanumérica de tres letras mayúsculas y ocho números, ubicados en dos lugares en el anverso del billete.

Figura 364
Número de serie



7. Indicadores de la reserva federal:

Un sello universal a la izquierda del retrato representa todo el Sistema de la Reserva Federal. Una letra y un número debajo del número de serie a la izquierda identifican al Banco de la Reserva Federal emisor. Existen 12 Bancos de la Reserva Federal regionales.

Figura 365

Indicadores de reserva federal



8. Indicador de Fort Worth (FW):

Los billetes rediseñados de US\$100 que se imprimen en Fort Worth, Texas, aparecerá “FW” en letras pequeñas en el extremo superior izquierdo del anverso del billete, a la derecha del número “100”.

Figura 366

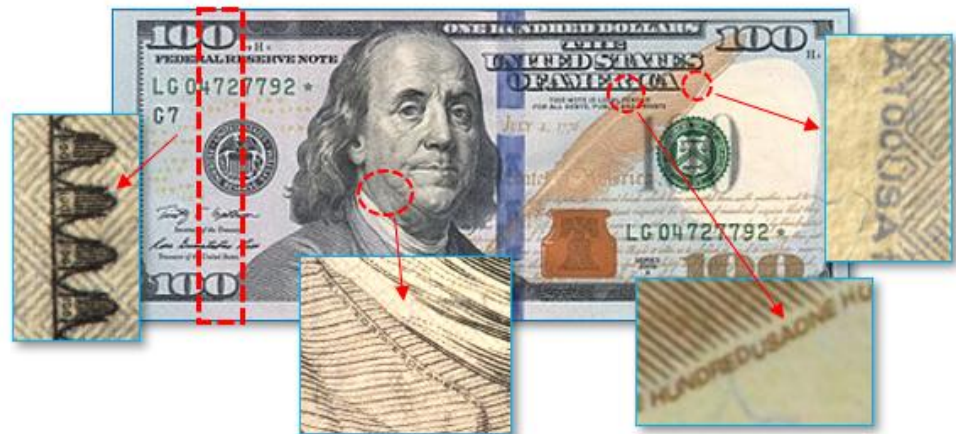
Indicador de Fort Worth



9. Microimpresión:

Impresiones en tamaño milimétrico (quizá sea necesario ampliarla) del texto “THE UNITED STATES OF AMERICA” sobre el cuello del saco de Benjamín Franklin, “USA 100” alrededor del espacio en blanco donde aparece la marca de agua, “ONE HUNDRED USA” a lo largo de la pluma dorada y números “100” de tamaño pequeño en los bordes del billete.

Figura 367
Microimpresión



vii) El euro (la moneda de la Unión Europea)

El 1 de enero de 1999, el euro pasó a ser la moneda de más de 300 millones de europeos. Durante los tres primeros años fue una moneda que no circulaba y que se utilizaba únicamente a efectos contables, por ejemplo, en los pagos electrónicos. El efectivo en euros no entró en circulación hasta el 1 de enero de 2002, fecha en la que reemplazó a los billetes y monedas nacionales, como el franco belga o el marco alemán, a tipos de conversión irrevocables.

Actualmente, los billetes y monedas en euros tienen curso legal en 19 de los 27 Estados miembros de la Unión Europea, incluidos los departamentos de ultramar y los territorios e islas que forman parte de esos Estados o que tienen un estatuto de asociación con ellos. Estos países integran la zona del euro.

Los microestados de Andorra, Mónaco, San Marino y Ciudad del Vaticano utilizan también el euro en virtud de un acuerdo formal con la Comunidad Europea. Montenegro y Kosovo también utilizan la moneda única, aunque no existe un acuerdo formal. Actualmente 340 millones de personas utilizan la misma moneda en sus pagos en efectivo. Los billetes y monedas en euros se han convertido en un símbolo tangible de la integración europea.

Se espera que todos los Estados miembros de la UE, salvo Dinamarca, que se ha acogido a una cláusula de exclusión, participen en la unión monetaria y adopten el euro tan pronto cumplan los criterios de convergencia. (Banco Central Europeo)

Existen dos series de billetes en euros. La primera se compone de siete denominaciones: 5€, 10€, 20€, 50€, 100€, 200€ y 500€. La segunda, denominada Europa, consta de seis denominaciones y se completó con la emisión de los billetes de 100€ y 200€ el 28 de mayo de 2019.

La serie Europa no incluye el billete de 500€, que dejó de emitirse el 27 de abril de 2019. Los billetes de la primera serie, emitida inicialmente en 2002, están siendo sustituidos progresivamente por los de la serie Europa. Ambas series son de curso legal en el conjunto de la zona del euro.





Figura 368
La moneda de la Unión Europea (euro)

SERIE	Anverso	Reverso	VALOR	DIMENSION	COLOR PRINCIPAL	FECHA DE EMISION
 1° serie			5 €	120 x 62 mm	gris	01 enero 2002
 Serie Europa			5 €	120 x 62 mm	gris	02 mayo 2013
 1° serie			10 €	127x 67 mm	rojo	01 enero 2002
 Serie Europa			10 €	127x 67 mm	rojo	23 setiembre 2014
 1° serie			20 €	133x 72 mm	azul	01 enero 2002



Serie
Europa



20 € 133x
72 mm azul 25
noviembre
2015

1°
serie



50 € 140x
77 mm anaranjado 01 enero
2002

Serie
Europa



50 € 140x
77 mm anaranjado 04 abril
2017

1°
serie



100 € 147x
82 mm verde 01 enero
2002

Serie
Europa



100 € 147x
77 mm verde 28 mayo
2019

1°
serie



200 € 153x
82 mm amarillo – marrón 01 enero
2002

Serie
Europa



200 € 153x77 mm amarillo – marrón 28 mayo 2019

1°
serie



500 € 160x82 mm morado 01 enero 2002

Serie
Europa

No incluye

(1) Dispositivos de seguridad que incorporan los euros

Todos sabemos que las técnicas modernas de reproducción gráfica permiten realizar copias de calidad de cualquier material impreso, y que es difícil acabar con los intentos de falsificación. Sin embargo, los nuevos billetes incorporan una combinación de elementos de seguridad que hacen la falsificación muy difícil, o incluso imposible. Muchos de estos elementos ya han sido utilizados con anterioridad en los billetes nacionales de los Estados miembros de la UE, y su incorporación a los billetes en euros, ha dado como resultado billetes de gran complejidad y difíciles de falsificar.

Como en todos los billetes, se han incorporado elementos de seguridad que no están a la vista y que sólo pueden ser detectados por máquinas clasificadoras automáticas, proporcionando otro control medio para luchar contra la falsificación. No obstante, afortunadamente, los principales elementos de seguridad son fáciles de percibir y comprobar.

En primer lugar, los billetes en euros están impresos en un papel especial fabricado principalmente a base de fibras de algodón. Su tacto es firme, con carteo, resistente y áspero. Los falsificadores no conseguirán copiar su textura con facilidad. La mayor parte del personal de caja, y del público, podrán reconocer los billetes auténticos simplemente por el tacto característico del papel, que constituye un buen indicio, si bien, con posterioridad, se puede realizar un examen más detallado del billete.

El BCE ha publicado algunas de las características de seguridad más rudimentarias de los billetes de euro, permitiendo así al público determinar rápidamente si un billete es auténtico o no. Sin embargo, a fin de preservar su seguridad, la lista completa de estos dispositivos es un secreto celosamente guardado. Sin embargo, entre las descripciones oficiales y los

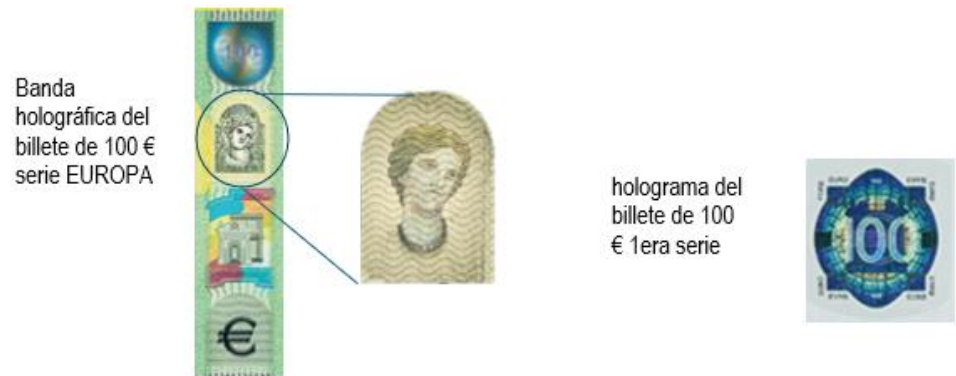
descubrimientos independientes hechos por personas especialmente atentas, se cree que los billetes de euro incluyen al menos treinta dispositivos de seguridad diferentes. Entre ellos están los siguientes:

(a) Banda holográfica y holograma

En la primera serie de billetes, en las denominaciones de 5, 10 y 20 € se presenta en el lado derecho del anverso una banda holográfica, en las denominaciones de 50 € y superiores es reemplazada por un holograma a diferencia de la serie “Europa” en la cual todas sus denominaciones contienen banda holográfica, al Inclinar el billete. El holograma, de la franja plateada de la derecha, revela un retrato de Europa. La banda también muestra la imagen principal y el valor del billete.

Figura 369

Banda holográfica y holograma



(b) Impresión intaglio

Ambas series mantiene la impresión de la imagen principal, las letras y el valor nominal en este sistema de impresión en alto relieve, que facilitan la identificación del billete, especialmente para las personas con discapacidad visual.

Figura 370

Impresión intaglio



(c) Banda iridiscente

El símbolo del euro y la denominación del billete aparecen en una banda vertical del reverso sólo cuando la luz que la ilumina lo hace en un ángulo de 45°. Esto sólo está presente en los billetes de 5, 10 y 20 €.

Además de su distinto tamaño y color, por la banda holográfica en el anverso y iridiscente en el reverso para la gama baja, sustituidos por el parche holográfico y la tinta ópticamente



variable para la gama alta, junto con las barras para invidentes en los billetes de 200 y 500 euros.

Figura 371
Banda iridiscente



(d) Tinta de color variable

En la primera serie aparece en la esquina inferior derecha del reverso de los billetes de 50 € y superiores. La cifra que indica el valor nominal del billete cambia de color de acuerdo al ángulo de observación, en tanto, en la serie Europa aparece en el valor nominal de los billetes del anverso de todas sus denominaciones, conocido como “número esmeralda” que cambia de color de azul a verde.

Figura 372
Tinta de color variable

Serie Europa anverso
50 € cambio de color de azul a verde



1era serie reverso
50 € cambio de color de morado, marrón a verde olivo



(e) Código de barras

Al observarlos al trasluz, se puede ver una serie de barras a la derecha de la marca de agua. El número y anchura de estas barras indica el valor del billete. Si se escanean, estas barras se convierten en Codificación Manchester.

Tabla 14
Codificación Manchester

Codificación Manchester		
Valor	Código de barras	Manchester
5 €	0110 10	100
10 €	0101 10	110
20 €	1010 1010	0000
50 €	0110 1010	1000
100 €	0101 1010	1100
200 €	0101 0110	1110
500 €	0101 0101	1111

Nota. Visto desde el reverso, una barra oscura representa un 1 y una barra clara representa un 0.

(f) Marcas de agua

Al mirar un billete al trasluz, la marca de agua se distingue en ambas caras del billete. Podrá ver el motivo arquitectónico principal (marca de agua multitono) y la cifra que indica el valor facial (marca de agua electrotípica).

Figura 373
Marcas de agua



(g) Hilo de seguridad

Es un hilo negro magnético que está un poco a la izquierda del centro del billete y lo cruza verticalmente. Al mirar detenidamente el hilo de seguridad al trasluz, podrá ver el valor facial del billete y la palabra "EURO".



Figura 374

Hilos de seguridad



(h) Tinta magnética

Algunas zonas del billete están impresas con tinta magnética, por ejemplo, en la iglesia del billete de 20 €, la ventana que está más a la derecha está impresa de este modo, igual que el cero grande que está encima.

(i) Registro de impresión (motivo de coincidencia)

El valor del billete en la esquina superior izquierda del anverso no está completamente impreso, como tampoco lo está el valor en la esquina superior derecha del reverso. Al ver el billete al trasluz, la denominación se puede ver completa. Los billetes auténticos muestran un alineamiento perfecto (denominado "registro") entre el anverso y el reverso. Si el billete no se ha imprimido bien, por ejemplo, por un falsificador, el valor puede aparecer incorrectamente alineado.

Figura 375

Registro de impresión



(j) Microtextos

En diferentes zonas del billete aparecen caracteres gráficos en dos tamaños reducidos. La mayoría de las personas pueden ver a simple vista el texto impreso a 0,8 mm, mientras que los caracteres a 0,2 mm parecen una línea fina, aunque pueden leerse con una lupa.

Figura 376

Microtextos

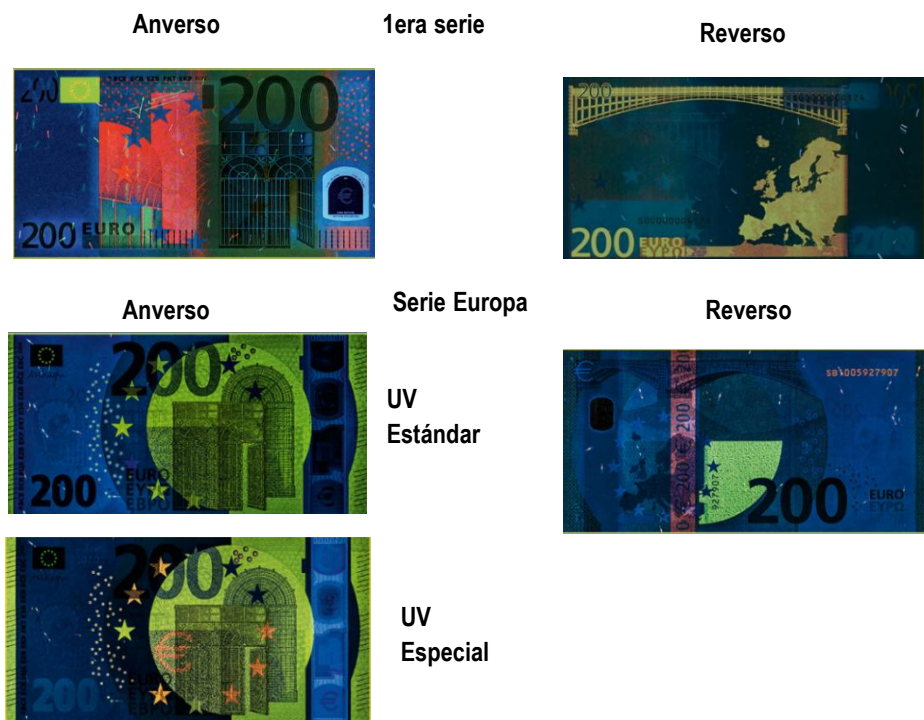


(k) Propiedades ultravioletas

Al exponerse el billete de ambas series a una luz ultravioleta, el papel es opaco, presentan fibrillas incrustadas en el papel de tres colores (rojo, azul y verde); sin embargo, mientras en la primera serie la bandera de la Unión Europea se ve verde y las estrellas se vuelven anaranjadas. La firma del presidente del BCE se vuelve verde. Las estrellas grandes y los círculos pequeños del centro brillan en naranja. En la parte posterior, el mapa, el puente y el valor aparecen en amarillo.

La serie Europa tiene dos niveles de tintas UV: la primera luz ultravioleta estándar; Las estrellas de la bandera de la UE, los círculos pequeños y las estrellas grandes brillan en amarillo. Varias otras áreas también brillan en amarillo. En la parte posterior, un cuarto de círculo en el centro del billete y otras áreas se iluminan en verde. El número de serie horizontal y una franja aparecen en rojo. En la segunda Luz ultravioleta especial (UV-C); En el frente, los círculos pequeños en el centro brillan en amarillo, las estrellas grandes y varias otras áreas brillan en naranja. El símbolo € también se hace visible.

Figura 377
Propiedades ultravioleta





3.2.9. Explosivos forenses¹¹

1) Historia

El desarrollo histórico de los explosivos forenses se vincula a la evolución misma de la química de los materiales energéticos, cuyo uso militar e industrial motivó la necesidad de su identificación científica. Desde la introducción de la nitroglicerina y los compuestos nitro en el siglo XIX, la disciplina avanzó hacia métodos de caracterización capaces de explicar, la descomposición rápida y exotérmica que distingue a los explosivos modernos. Posteriormente, la consolidación de laboratorios especializados en Norteamérica y Europa permitió la estandarización de procedimientos de análisis post-exposición, incorporando técnicas de cromatografía, espectrometría y análisis de fragmentación, lo que de acuerdo con el National Institute of Justice (2024), fortaleció la capacidad para detectar y atribuir residuos en contextos criminales y terroristas.

En América Latina la criminalística incorporó protocolos de preservación de escena, cadena de custodia y análisis reconstructivo para escenarios afectados por onda explosiva, fragmentación y carbonización, integrando criterios de aseguramiento técnico para la recuperación de indicios sensibles. En el contexto peruano, la pericia en explosivos forenses se fortaleció aun con más fuerza desde los años 1980 al 2000, haciendo un rol crucial contra atentado terroristas, el cual tuvo como objetivo el estudio químico, físico y reconstructivo de los eventos detonantes, permitiendo que la actuación del perito se sustente en procedimientos comparables con estándares internacionales. tal como señala la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú (2012)

2) Definición

Un explosivo es una sustancia química pura o una mezcla que posee alta energía potencial y que, ante un estímulo externo adecuado, experimenta una reacción química rápida y autosostenida, sin requerir oxígeno atmosférico, produciendo una liberación súbita de grandes cantidades de energía en forma de gases calientes, calor y onda de presión. Su capacidad detonante depende de reordenamientos moleculares termodinámica y entrópicamente favorecidos, cuyas propiedades explosivas derivan de la presencia de grupos explosóforos (como nitro, nitroéster, peróxidos, cloratos o azidas) y del comportamiento intrínseco de sus enlaces químicos altamente inestables.

3) Importancia

Los explosivos son de gran importancia porque permiten reconstruir la mecánica de la detonación, identificar el tipo de sustancia empleada y establecer el método de fabricación o procedencia. Además, su análisis posibilita determinar la intencionalidad del hecho, vincular evidencias químicas con autores materiales o redes criminales, y distinguir entre eventos accidentales, criminales o terroristas. Finalmente, aportan información clave la trazabilidad del explosivo dentro de una investigación.

4) Actividad pericial.

El perito en explosivos es el profesional encargado de analizar científicamente las evidencias relacionadas con sustancias y productos explosivos terminados, sustancias y productos pirotécnicos, dispositivos explosivos y/o incendiarios, artefactos explosivos e incendiarios improvisados de fabricación casera, así como especímenes o materiales que presenten características visibles de efectos por explosión, incluyendo el examen de residuos explosivos en el cuerpo humano. Asimismo, realiza la

¹¹ Redactado por: Cmdte. PNP Juan José Rodríguez Villamonte y S1 PNP Marcos Gallardo Rojas

inspección criminalística de escenas vinculadas a explosivos en campo abierto, edificaciones, vehículos y otros entornos asociados.

Para la ejecución de estos procedimientos, es indispensable que el especialista sea personal policial que cumpla con lo establecido en la carta funcional o perfil de funciones, el Manual de Procedimientos de Explosivos Forenses y directivas, a fin de participar en la formulación de informes periciales y técnicos que contribuyan a la administración de justicia, interviniendo como órgano de prueba en la ratificación y oralización de la pericia (Heard, 2008; Mattoo, 2011).

5) Concepto de los explosivos

Los explosivos forenses comprenden todas aquellas sustancias o mezclas químicas, en estado sólido, líquido o combinado, capaces de experimentar una rápida transformación energética bajo la acción de un estímulo externo, generando de forma súbita grandes cantidades de calor, gases y presión, liberados mediante una reacción violenta denominada explosión (Meyer et al., 2016; Yinon y Zitrin, 1993). A diferencia de las reacciones ordinarias de combustión, la velocidad de transformación de los explosivos ocurre en lapsos extremadamente breves, del orden de microsegundos, lo que explica el alto poder destructivo que los caracteriza (Cooper, 1996). Desde el punto de vista criminalístico, el estudio forense de los explosivos permite esclarecer hechos relacionados con atentados, acciones terroristas, sabotajes, accidentes industriales, operativos militares o policiales, y cualquier suceso en el que intervenga la activación de artefactos explosivos, pirotécnicos o incendiarios.

Figura 378

Diversidad de insumos para explosivos



Nota. Variedad de explosivos encartuchados de uso industrial, entre ellos emulsiones, dinamitas, y explosivos, presentados tanto en cajas como en sacos etiquetados. Asimismo, se observan cartuchos cilíndricos de emulsión, detonadores eléctricos y no eléctricos, conectores plásticos, mechas de seguridad en distintos colores, cordón detonante de varios calibres, y rollos de guías de choque utilizadas en sistemas de iniciación no eléctricos. Fuente de. *International Society of Explosives Engineers* (ISEE, 2011).

6) Clasificación de los explosivos

La clasificación de los explosivos en el ámbito forense no solo responde a su composición química, sino también a su comportamiento físico, aplicación práctica y mecanismo de reacción. Una correcta categorización permite al perito establecer de forma precisa el tipo de sustancia involucrada, su posible origen, los riesgos asociados y los mecanismos de activación utilizados.

a) Según su función.

i) Explosivos primarios

Los explosivos primarios, también denominados iniciadores, son aquellos compuestos extremadamente sensibles a estímulos físicos como calor, fricción, choque o llama, y cuya función principal es iniciar la detonación de otros explosivos más estables y menos sensibles. Poseen velocidades de detonación elevadas aun en pequeñas cantidades y presentan un riesgo considerable durante su manipulación. Entre los iniciadores más conocidos se encuentran el fulminato de mercurio, el trinitrorresorcinato de plomo, la azida de plomo y el estífnato de plomo (Yinon y Zitrin, 1993). Estos compuestos son componentes esenciales de detonadores, cápsulas iniciadoras y fulminantes, ya que permiten transmitir la energía inicial necesaria para activar los explosivos secundarios.

ii) Explosivos secundarios

Los explosivos secundarios constituyen el grupo principal de sustancias utilizadas en aplicaciones civiles, militares y terroristas. Son relativamente estables al manejo y requieren de una fuente de iniciación potente para su detonación. Incluyen compuestos como la dinamita, el trinitrotolueno (TNT), el tetranitrato de pentaeritrol (PETN), el RDX (ciclotrimetilenotrinitramina), el HMX (ciclotetrametilenotetranitramina), las emulsiones, los explosivos ANFO (mezclas de nitrato de amonio y fuel oil) y los explosivos plásticos como el C-4 (Cooper, 1996). Su empleo abarca desde la industria minera hasta aplicaciones militares de gran escala, dada su elevado poder de ruptura, controlabilidad y relativa seguridad de manipulación comparativa respecto a los primarios.

b) Según su velocidad de reacción

i) Bajos explosivos (deflagrantes)

Los bajos explosivos reaccionan mediante el proceso de deflagración, donde la combustión avanza a velocidades inferiores a 1.000 metros por segundo. La propagación de la reacción se produce por transmisión térmica y no por onda de choque. Son comúnmente empleados como propulsores, proyectores o en pirotecnia (Meyer et al., 2016). El ejemplo clásico de bajo explosivo es la pólvora negra (compuesta tradicionalmente de nitrato de potasio, azufre y carbón vegetal) y las pólvoras modernas sin humo, elaboradas a base de nitrocelulosa o combinaciones con nitroglicerina.

ii) Altos explosivos (detonantes)

Los altos explosivos se caracterizan por detonar, es decir, su reacción química avanza mediante una onda de choque que se propaga a velocidades superiores a los 1.000 m/s, alcanzando usualmente entre 2.000 y 9.000 m/s dependiendo del compuesto. Esta velocidad de detonación permite generar una presión instantánea de gran magnitud que produce efectos de fragmentación y ruptura altamente destructivos. Dentro de este grupo se encuentran sustancias como el TNT, RDX, PETN, HMX, dinamitas modernas, emulsiones industriales y explosivos plásticos militares.





c) Según su uso

i) Explosivos de uso civil

En el ámbito civil, los explosivos tienen aplicaciones lícitas principalmente orientadas a la minería, ingeniería civil, construcción de túneles, demolición controlada, perforación de pozos petroleros, y prospección sísmica. Los tipos más frecuentes incluyen: dinamitas industriales estabilizadas, emulsiones explosivas insensibles al agua, mezclas granuladas tipo ANFO, cordones detonantes; pólvoras propulsoras (en minería y pirotecnia civil) (Yinon y Zitrin, 1993).

ii) Explosivos de uso militar

En el campo militar, los explosivos están orientados a aplicaciones bélicas, de ingeniería militar y de operaciones especiales. Son empleados en cargas huecas antiblindaje, proyectiles de artillería, misiles, minas antipersonal y antitanque, granadas, cargas de demolición táctica y dispositivos especiales como el C-4 y el Semtex. Su diseño maximiza el poder explosivo, la estabilidad logística y el transporte bajo condiciones tácticas (Meyer et al., 2016).

7) Propiedades físico-químicas de los explosivos

El comportamiento y la eficacia de un explosivo dependen de un conjunto de propiedades físico-químicas fundamentales que determinan su rendimiento operativo, su seguridad de manejo, su estabilidad en almacenamiento, y su aplicación táctica o industrial. Estas propiedades son objeto de evaluación tanto en el diseño de los explosivos como durante los análisis periciales posteriores a un incidente, permitiendo al experto inferir el tipo de material utilizado e incluso su posible origen.

A continuación, se describen las principales propiedades balísticas y criminalísticas de los explosivos:

a) Características de los gases

Durante la detonación o deflagración de un explosivo, las moléculas originales experimentan una rápida descomposición exotérmica que libera grandes volúmenes de gases calientes. Los principales productos de reacción, en condiciones ideales, incluyen vapor de agua, dióxido de carbono y nitrógeno. Sin embargo, detonaciones incompletas o mal equilibradas pueden generar gases tóxicos como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno o amoníaco (Meyer et al., 2016).

El análisis de estos humos, tanto por su composición como por su densidad y coloración, puede ofrecer indicios periciales relevantes sobre el tipo de explosivo detonado y la calidad de la reacción producida. En contextos forenses, la presencia de humos anómalos puede también evidenciar mezclas caseras o fabricación deficiente de artefactos (Yinon y Zitrin, 1993).

b) Densidad

La densidad de un explosivo se refiere a su grado de compactación, expresado generalmente en gramos por centímetro cúbico (g/cm^3). Esta propiedad influye directamente en el volumen de carga requerido para generar un determinado efecto y en la eficiencia de transmisión de la onda de choque durante la detonación. A mayor densidad, se incrementa la presión de detonación, la velocidad de reacción y el poder rompedor del explosivo (Cooper, 1996). En las investigaciones criminalísticas, la evaluación indirecta de la densidad puede realizarse a través de la observación de los patrones de destrucción producidos en estructuras, vehículos o edificaciones.



c) Poder rompedor (brisanse)

El poder rompedor, conocido técnicamente como *brisanse*, mide la capacidad de un explosivo para fracturar o triturar materiales sólidos por efecto de la onda de choque generada al detonar. Esta propiedad depende fundamentalmente de la velocidad de detonación y de la presión máxima alcanzada en el frente de la onda explosiva (Meyer et al., 2016). Los explosivos con alta brisanse, como el RDX o el PETN, son especialmente efectivos en demoliciones de estructuras blindadas, perforación de concreto o cargas huecas antiblindaje. Por su parte, los explosivos de baja brisanse generan más energía de empuje que de fractura, siendo empleados preferentemente en aplicaciones de propulsión o minería

d) Potencia relativa

La potencia relativa de un explosivo representa el trabajo mecánico total que es capaz de realizar en función de la cantidad de energía liberada durante su transformación. Este parámetro suele expresarse en relación al TNT como sustancia patrón de referencia (*equivalente en TNT*). Así, un explosivo cuya potencia relativa sea de 1,3 generará un 30% más de energía que el TNT en condiciones equivalentes (Cooper, 1996). Desde la perspectiva pericial, la potencia relativa permite estimar indirectamente la cantidad de carga detonada en función del daño observable en la escena.

e) Resistencia al agua

La resistencia al agua refleja la capacidad del explosivo para mantener sus propiedades de detonación pese a estar expuesto a ambientes húmedos, líquidos o sumergidos. Los explosivos de baja resistencia hídrica, como algunas dinamitas antiguas, pueden deteriorarse rápidamente por absorción de humedad, mientras que emulsiones y algunos plásticos militares presentan excelente estabilidad frente al agua (Meyer et al., 2016). En escenarios criminalísticos, esta propiedad es de importancia para analizar explosiones submarinas, atentados en puertos, o almacenamiento prolongado en condiciones de alta humedad ambiental.

8) Transmisión de detonación (detonación por simpatía)

La transmisión de detonación o *detonación por simpatía* describe la capacidad de un explosivo para ser activado indirectamente por la detonación de otro explosivo cercano, sin contacto directo entre ambos sistemas iniciadores. Esta propiedad es especialmente relevante en artefactos de encadenamiento múltiple, demolición sincronizada o dispositivos improvisados tipo "carga encadenada". Desde el punto de vista forense, la identificación de detonaciones por simpatía puede explicar la multiplicidad de focos secundarios hallados en una escena.

9) Alteraciones y degradación de los explosivos

En el campo de la criminalística de explosivos, resulta de vital importancia comprender los fenómenos de alteración y degradación a los que pueden estar sometidas las sustancias explosivas durante su almacenamiento, manipulación o transporte. Estos procesos modifican las propiedades originales de los explosivos, afectan su estabilidad, incrementan los riesgos de accidentes involuntarios, y ofrecen al perito indicios cruciales durante el análisis post-exposición (Meyer et al., 2016; Yinon y Zitron, 1993). El conocimiento de estas alteraciones permite al experto determinar el grado de peligrosidad residual de un material hallado, establecer si existió almacenamiento indebido, valorar los riesgos al desactivar dispositivos encontrados, e incluso interpretar la naturaleza incompleta o accidental de ciertas detonaciones.





Las principales formas de degradación pueden clasificarse en dos mecanismos fundamentales: la hidratación y la exudación.

a) Hidratación

La hidratación afecta principalmente a los explosivos que contienen nitratos como parte de su composición, tales como las dinamitas industriales tradicionales, emulsiones mal formuladas o mezclas tipo ANFO. Estos compuestos presentan propiedades altamente higroscópicas, es decir, tienen la capacidad de absorber humedad del ambiente cuando no son almacenados de forma adecuada (Cooper, 1996). A medida que la sustancia absorbe agua, los nitratos disueltos migran hacia la superficie externa del cartucho, dejando un líquido claro o cristalización superficial. Esta pérdida de homogeneidad interna disminuye la eficacia detonante del explosivo, pudiendo ocasionar fallos de encendido o detonaciones parciales (Yinon y Zitrin, 1993).

Durante las inspecciones forenses, la detección de cristales de nitratos en la superficie de restos explosivos puede indicar almacenamiento prolongado en condiciones deficientes de humedad relativa o exposición ambiental accidental previa al atentado.

b) Exudación

La exudación es un fenómeno particularmente peligroso que afecta a los explosivos a base de nitroglicerina, especialmente dinamitas de formulación antigua. Consiste en la migración lenta de la nitroglicerina líquida desde el interior del cartucho hacia el exterior, a través de los poros del envoltorio, manifestándose en forma de gotas amarillentas y aceitosas (Meyer et al., 2016). Este fenómeno suele producirse bajo la influencia de cambios de temperatura, presiones internas, o por deficiencias en la formulación química estabilizante. A medida que el líquido se acumula en la superficie, el explosivo se torna extremadamente sensible al choque, fricción o manipulación, incrementando el riesgo de detonación espontánea con el simple movimiento del cartucho.

Para el perito forense, la presencia de exudación representa no solo un riesgo operativo inmediato al intervenir en la escena, sino también un indicio de antigüedad del material, fallas de almacenamiento, o empleo de remanentes industriales obsoletos utilizados frecuentemente en atentados improvisados.

10) Materias primas en la fabricación de explosivos

La identificación de las materias primas empleadas en la fabricación de explosivos constituye un aspecto central dentro del análisis criminalístico forense. No solo permite determinar el tipo de sustancia explosiva involucrada en un evento, sino también inferir el nivel técnico de su elaboración, los posibles circuitos de adquisición de precursores químicos, y establecer si se trata de material industrial, militar, pirotécnico o de fabricación artesanal. En términos generales, los explosivos pueden clasificarse según sus componentes base en bajos explosivos y altos explosivos, cuyas materias primas difieren considerablemente tanto en su naturaleza química como en su nivel de peligrosidad.

a) Composición de los bajos explosivos (pólvoras)

Los bajos explosivos, principalmente representados por las pólvoras, tienen como característica fundamental la combustión rápida (deflagración), sin generar ondas de choque, pero sí liberando grandes volúmenes de gases en periodos extremadamente cortos, lo que les permite funcionar como propulsores.



i) Pólvora negra

Históricamente, la pólvora negra es uno de los explosivos más antiguos y se compone de:

- (1) Nitrato de potasio (KNO_3): oxidante principal.
- (2) Azufre (S): agente reductor que favorece la combustión.
- (3) Carbón vegetal (C): fuente de carbono y energía térmica.

La mezcla clásica suele estar conformada aproximadamente por un 75% de nitrato de potasio, 15% de carbón y 10% de azufre. Su fabricación actual sigue estándares modernizados, aunque sus aplicaciones se limitan hoy casi exclusivamente a fines pirotécnicos, históricos y recreativos (Meyer et al., 2016; Cooper, 1996).

ii) Pólvoras sin humo

Las pólvoras sin humo modernas sustituyen el nitrato de potasio por derivados nitrados de la celulosa, ofreciendo mejor estabilidad, menor producción de residuos sólidos y mayor poder energético.

Existen dos grandes tipos:

- (1) Pólvoras de base simple: compuestas esencialmente por nitrocelulosa (algodón pólvora).
- (2) Pólvoras de doble base: combinan nitrocelulosa con nitroglicerina, incrementando el poder energético.

En su fabricación intervienen además numerosos aditivos estabilizantes, plastificantes y reguladores de combustión, como: éter, alcohol etílico, alcohol metílico; nitrato sódico, ácido sulfúrico, ácido nítrico; difenilamina (estabilizante); vaselina, alcanfor (plastificantes); grafito (lubricante superficial) (Meyer et al., 2016). Este tipo de pólvoras son las que dominan hoy las aplicaciones balísticas tanto en armas cortas como largas.

b) Composición de los altos explosivos

Los altos explosivos implican formulaciones químicas complejas diseñadas para producir reacciones detonantes de altísima velocidad (más de 2.000 m/s), con presión instantánea extrema y gran poder de fragmentación.

i) Compuestos detonantes principales

Entre las materias primas básicas más relevantes para altos explosivos encontramos:

- (1) Ácido nítrico y ácido sulfúrico: Agentes de nitración para la obtención de nitrocompuestos.
- (2) Glicerina (para obtener nitroglicerina).
- (3) Pentaeritritol (para sintetizar PETN).
- (4) Hexamina (precursor de RDX y HMX).
- (5) Toluenos (para sintetizar TNT).
- (6) Hidrocarburos aromáticos (benceno, xileno, naftaleno).
- (7) Compuestos clorados y nitrados (percloratos, cloratos, nitratos de amonio y sodio).



ii) Agentes auxiliares y sensitizantes

A estas bases químicas principales se agregan sensibilizantes, estabilizadores y agentes energéticos auxiliares como:

- (1) Aceites, parafinas, ferrosilicio, aluminio (aumenta energía de reacción).
- (2) Alcanfor, colofonia, aceite de ricino.
- (3) Polvo de madera, aserrín, harina de cereales.
- (4) Hollín de naftalina, grafito (Cooper, 1996; Yinon y Zitrin, 1993).

iii) Explosivos iniciadores (detonadores primarios)

Para iniciar la detonación de los altos explosivos se emplean iniciadores extremadamente sensibles, tales como:

- (1) Fulminato de mercurio.
- (2) Nitruro de plomo.
- (3) Estifnato de plomo.
- (4) Trisulfuro de antimonio.
- (5) Polvo de vidrio (aumenta sensibilidad al impacto).

iv) Consideraciones criminalísticas sobre materias primas

El análisis químico de los residuos recuperados en una escena de explosión permite:

- (1) Identificar el tipo exacto de explosivo utilizado.
- (2) Distinguir entre explosivos comerciales, militares o de fabricación artesanal.
- (3) Inferir el acceso del perpetrador a sustancias controladas.
- (4) Valorar el nivel técnico de los autores materiales del dispositivo.
- (5) Aportar datos para investigaciones de tráfico ilegal de precursores explosivos (Meyer et al., 2016).

c) Productos acabados de los explosivos y artefactos relacionados

Los productos acabados de los explosivos constituyen las presentaciones finales con las cuales estos materiales son utilizados en sus diferentes aplicaciones industriales, militares, policiales o ilícitas. El conocimiento técnico de sus configuraciones es esencial para el perito forense, tanto en las inspecciones de escenas post-exposición como en el análisis preventivo de dispositivos sospechosos o hallazgos en operaciones antiterroristas.

En el contexto forense, la identificación precisa de los productos acabados permite: determinar el nivel técnico del artefacto, si es origen militar, civil o artesanal, establecer compatibilidades con circuitos de abastecimiento de explosivos y aportar evidencia técnico-científica a los procesos judiciales.

Los productos acabados pueden dividirse en dos grandes categorías: los explosivos propiamente dichos y los artefactos o dispositivos explosivos auxiliares.





d) Tipos de explosivos industriales, militares y policiales

i) Explosivos industriales y civiles

Estos materiales son empleados legalmente en minería, construcción, demoliciones, prospección sísmica, obras públicas y otras industrias autorizadas. Entre los productos más comunes se encuentran:

- (1) Dinamitas modernas: combinaciones de nitroglicerina, nitratos y estabilizantes.
- (2) Emulsiones explosivas: suspensiones de gotas de oxidantes en matrices de hidrocarburos estabilizadas.
- (3) ANFO: mezclas granulares de nitrato de amonio con fuel oil.
- (4) Pólvora negra: para aplicaciones limitadas de minería tradicional y pirotecnia.
- (5) Pólvoras sin humo: como propelentes de sistemas de voladura controlada (Meyer et al., 2016).

ii) Explosivos militares y policiales.

Su diseño obedece a fines bélicos y tácticos, destacando:

- (1) Trinitrotolueno (TNT).
- (2) Tetranitrato de pentaeritritol (PETN).
- (3) Ciclotrimetilenitrinitramina (RDX).
- (4) Ciclotetrametilenotetranitrato (HMX).
- (5) Composiciones plásticas (C-3, C-4, Semtex).
- (6) Composiciones mixtas militares (Composición B, PBX).

Estos materiales presentan alta estabilidad logística, gran capacidad de fragmentación y elevada potencia específica (Cooper, 1996).

iii) Explosivos policiales y especiales

Incluyen composiciones específicas para control táctico, demoliciones controladas y operaciones EOD (Explosive Ordnance Disposal):

- (1) Explosivos de apertura controlada.
- (2) Cargas huecas de neutralización.
- (3) Cargas de corte direccionado.
- (4) Compuestos no letales de apertura de accesos (Meyer et al., 2016)

e) Dispositivos accesorios de voladura

Además de los explosivos principales, existen múltiples dispositivos auxiliares que permiten su iniciación, control, encadenamiento y optimización operativa:

i) Accesorios de iniciación

- (1) Mecha de seguridad (lenta).
- (2) Fulminantes simples o detonadores comunes.
- (3) Detonadores eléctricos (instantáneos, de retardo, sismográficos).





- (4) Detonadores no eléctricos (fanel, nonel).
- (5) Cordones detonantes.
- (6) Retardos para cordones detonantes.

ii) Accesorios de amplificación

- (1) Boosters (amplificadores de carga de iniciación).
- (2) Cargas sísmicas (Sismic-ex).

iii) Dispositivos logísticos

- (1) Sistemas de sincronización de explosiones en minería.
- (2) Cables de ignición controlada.
- (3) Equipos de teleactivación en escenarios militares.

iv) Consideraciones criminalísticas

Para el perito forense, el conocimiento detallado de estos dispositivos acabados permite:

- (1) Identificar el diseño del artefacto explosivo utilizado.
- (2) Inferir el grado de conocimiento técnico de los autores.
- (3) Determinar el posible origen legal, militar o clandestino de los componentes.
- (4) Aportar evidencia útil para determinar patrones operativos de grupos criminales, subversivos o terroristas.

11) Productos pirotécnicos

La pirotecnia constituye una subcategoría especializada dentro del estudio forense de los explosivos. Aunque en principio sus aplicaciones están orientadas al entretenimiento, señalización o usos industriales, los productos pirotécnicos pueden también ser empleados en hechos delictivos, accidentes o como componentes improvisados en artefactos explosivos artesanales.

Desde la perspectiva criminalística, el análisis de pirotecnia requiere comprender su composición, mecanismo de funcionamiento, efectos generados y su potencial de reconversión en dispositivos de mayor peligrosidad.

a) Concepto

Los productos pirotécnicos son artificios que, mediante la mezcla controlada de agentes oxidantes, reductores, estabilizadores y colorantes, producen una reacción de combustión acelerada al ser iniciados por calor, fricción, impacto o tracción. Como resultado de esta combustión se generan llamas, luz, humo, ruido, calor y efectos visuales o auditivos que, a diferencia de los altos explosivos, no implican una detonación, sino una deflagración controlada (Cooper, 1996; Meyer et al., 2016).

En términos forenses, la pirotecnia puede clasificarse por su uso, tipo de efecto y método de encendido, lo que permite al perito balístico identificar el tipo de producto involucrado, su grado de peligrosidad, y su posible transformación ilícita en dispositivos improvisados.



b) Clasificación por uso**i) De uso recreativo**

Incluyen todos los productos pirotécnicos fabricados legalmente para espectáculos visuales, festividades, celebraciones populares o uso doméstico controlado. Dentro de esta categoría se encuentran los cohetes, bengalas, fuegos artificiales aéreos, petardos, bombardas, y otros dispositivos visuales y sonoros (Meyer et al., 2016).

ii) De uso industrial

Son productos fabricados bajo normas técnicas específicas para aplicaciones especializadas, tales como:

- (1) Señalización marítima o aérea.
- (2) Balizas de emergencia.
- (3) Disuasión de aves en aeropuertos.
- (4) Dispositivos de seguridad automotriz (airbags, pretensores de cinturón).
- (5) Cápsulas pirotécnicas de activación de sistemas de extinción (Yinon y Zitron, 1993).

iii) De uso militar

Empleados en operaciones tácticas y logísticas, incluyen:

- (1) Granada fumígena (marcage de zonas).
- (2) Señales de proyección luminosa.
- (3) Cartuchos de iluminación táctica.
- (4) Cortinas de humo de camuflaje.
- (5) Dispositivos pirotécnicos de defensa no letal.

c) Clasificación por efecto.**i) De efecto detonante**

Corresponden a aquellos pirotécnicos cuya combustión genera velocidades superiores a 300 m/s, produciendo explosiones sonoras o efectos dinámicos violentos. Estos productos, aunque técnicamente pirotécnicos, poseen un comportamiento de detonación en sus fases más críticas.

ii) De efecto deflagrante

Su combustión se produce a velocidades inferiores a 300 m/s, generando efectos controlados de luz, calor, humo y sonido moderado. Esta es la categoría predominante en la mayoría de los fuegos artificiales de uso recreativo (Meyer et al., 2016).

iii) De efecto mixto

Combinan secuencias de deflagración y detonación para generar tanto efectos visuales como impactos acústicos y dinámicos más intensos, como ocurre en algunas bombardas aéreas complejas.



d) Clasificación por forma de encendido

i) Por fuego directo

Requieren exposición directa a llama o fuente de calor para iniciar la combustión.

ii) Por fricción

Se activan mediante el roce contra superficies ásperas (ej. cabezas de fósforos, bengalas manuales).

iii) Por impacto

Su encendido ocurre al golpear contra superficies duras, activando mezclas altamente sensibles.

iv) Por tracción

El estiramiento súbito de un filamento o cuerda genera fricción interna que inicia la combustión (típico en algunos sistemas militares de encendido de bengalas)

e) Materias primas utilizadas

La fabricación de productos pirotécnicos requiere el uso controlado de diversos componentes químicos, cuidadosamente dosificados para generar los efectos deseados:

i) Oxidantes: nitratos, percloratos y cloratos de potasio, sodio, bario o amonio.

ii) Combustibles: magnesio, aluminio en polvo, azufre, carbón.

iii) Estabilizantes: dextrina, estearatos, goma arábica.

iv) Colorantes: compuestos de estroncio (rojo), cobre (verde y azul), sodio (amarillo), bario (verde), antimonio (blanco).

v) Sensibilizantes: trisulfuro de antimonio, compuestos de plomo.

vi) Otros: azúcar de leche, fluoruro de sodio, dióxido de manganeso (Meyer et al., 2016; Yinon y Zitrin, 1993).

f) Productos pirotécnicos terminados

Los productos pirotécnicos acabados reciben diversas denominaciones comerciales según su forma, efecto y presentación. Entre los más comunes se incluyen:

Cohetes, bombardas, tronadores, binladen, magic whip, calaveritas, bolitas mágicas, chocolate, chapana, rascapié, jala pita, rata blanca, avioncitos, tanque, y múltiples variantes recreativas regionales.

Consideraciones Criminalísticas sobre pirotecnia

En el ámbito forense, la pirotecnia adquiere especial relevancia por:

i) Su uso frecuente en dispositivos terroristas improvisados (como cargas de iniciación casera).

ii) El riesgo de accidentes en almacenamientos clandestinos.

iii) Las lesiones por quemaduras, amputaciones y trauma acústico en víctimas de explosiones pirotécnicas ilegales.

iv) Las dificultades de trazabilidad de su comercialización informal (Yinon y Zitrin, 1993).



12) Dispositivos explosivos utilizados por terroristas

En el campo de la criminalística moderna, el análisis de los dispositivos explosivos empleados en actos terroristas o subversivos constituye uno de los mayores retos para los peritos en explosivos forenses. A diferencia de los explosivos industriales o militares convencionales, los artefactos explosivos improvisados (IED, *Improvised Explosive Devices*) presentan una amplia variabilidad en sus diseños, mecanismos de activación y grados de sofisticación, lo que exige al perito un alto nivel de preparación interdisciplinaria.

Su estudio comprende tanto la evaluación de los componentes explosivos utilizados, como el análisis del sistema de iniciación, el diseño constructivo del artefacto y la forma en que fue adaptado para maximizar su capacidad destructiva o letal.

a) Por su fabricación (simples y complejos)

i) Dispositivos simples

Los dispositivos simples son aquellos confeccionados generalmente por personas con conocimientos rudimentarios de explosivos, sin formación técnica especializada. Suelen caracterizarse por el uso directo de cargas comerciales, industriales o militares, acopladas a sistemas básicos de iniciación.

A su vez, estos dispositivos simples se subdividen en:

- (1) Cargas libres: empleo directo de cartuchos de dinamita, emulsiones, pólvoras o ANFO, activados con su respectivo detonador.
- (2) Cargas reforzadas: combinación de varios tipos de explosivos ensamblados en un mismo recipiente, al que pueden adicionarse fragmentos metálicos, tornillos, clavos, rodamientos u otros elementos de metralla para incrementar su capacidad lesiva (Yinon y Zitrin, 1993).

ii) Dispositivos complejos

Se trata de artefactos elaborados por personas con mayor nivel de conocimiento técnico, capaces de integrar múltiples sistemas de iniciación, retardo y amplificación. Pueden incluir mecanismos sofisticados de relojería, sistemas electrónicos programados, dispositivos de radiocontrol o sensores de activación ambiental (presión, movimiento, luz, calor).

Su diseño permite establecer:

- (1) Sincronización de múltiples cargas.
- (2) Activación remota o retardada.
- (3) Aumento controlado de la destrucción.
- (4) Técnicas de sabotaje más especializadas (Cooper, 1996).

b) Por su mecanismo de iniciación

La iniciación de un artefacto explosivo determina cómo se transmite la energía inicial al material explosivo principal. En los dispositivos terroristas, se emplean diversos sistemas de iniciación que pueden ser agrupados en:



i) Iniciación mecánica

La activación ocurre por acción directa de una fuerza mecánica aplicada sobre el sistema de ignición.

- (1) Por presión directa: el peso o aplastamiento de un componente sensible inicia la detonación (ej. minas antipersonales).
- (2) Por tracción: el estiramiento o jalón de un cordón, hilo o cable activa el mecanismo.
- (3) Por liberación de presión: al retirar un peso que mantenía bloqueado el sistema se libera el percutor.
- (4) Por liberación de tensión: el corte o ruptura de un hilo tenso libera la energía almacenada (Yinon y Zitrin, 1993).

ii) Iniciación química

Utiliza una reacción química espontánea o retardada (reacciones redox exotérmicas) que genera suficiente calor para activar el tren de fuego. Aunque menos frecuente, puede encontrarse en artefactos rudimentarios artesanales.

iii) Iniciación por encendido directo

Consiste en la aplicación manual de una llama sobre la mecha de seguridad o el tren de fuego del artefacto. Es uno de los sistemas más primitivos, pero aún utilizado en atentados de baja tecnología.

iv) Iniciación eléctrica

Este sistema emplea una corriente eléctrica generada por baterías, relojes temporizadores, sensores de proximidad o dispositivos de radiofrecuencia, transmitida hacia el detonador eléctrico. Es uno de los sistemas más comunes en atentados terroristas sofisticados.

v) Iniciación mixta

Algunos artefactos combinan dos o más sistemas de iniciación como medida de seguridad o para aumentar la probabilidad de éxito. Ejemplos comunes son sistemas eléctricos con respaldo mecánico, o artefactos activados por control remoto junto con sensores de presión redundantes.

Consideraciones criminalísticas sobre artefactos terroristas

El análisis forense de este tipo de dispositivos permite:

- (1) Determinar el nivel de conocimiento técnico del grupo operativo.
- (2) Inferir la capacidad logística del grupo subversivo o terrorista.
- (3) Establecer vínculos con patrones de ataques anteriores (modus operandi).
- (4) Identificar proveedores ilegales de precursores y materiales.
- (5) Reconstruir el diseño completo del artefacto a partir de sus fragmentos (Cooper, 1996; Yinon y Zitrin, 1993).

c) Tipología de las explosiones.

Desde el punto de vista criminalístico, el estudio de la tipología de las explosiones permite al perito forense determinar el mecanismo físico-químico que dio origen al fenómeno explosivo, así como inferir el tipo de sustancia involucrada, su configuración en el artefacto y la intensidad de los daños producidos.



Aunque todas las explosiones tienen como característica común la liberación súbita de energía en forma de gases, calor, presión y ondas de choque, existen diferencias fundamentales en función de su origen físico. El análisis de estas diferencias es crucial durante las inspecciones post-exposición.

i) Mecánicas

Las explosiones mecánicas no implican una reacción química directa de los materiales. Se producen por la acumulación progresiva de gases o vapores en un contenedor cerrado, hasta que la presión interna excede la resistencia de las paredes del recipiente, provocando su ruptura súbita (Meyer et al., 2016).

Este fenómeno suele originarse por:

- (1) Sobrecalentamiento de gases industriales.
- (2) Fallas estructurales de recipientes presurizados (balones de gas propano, cilindros de oxígeno).
- (3) Explosiones accidentales en procesos industriales.

Características criminalísticas de las explosiones mecánicas:

- (1) Amplio radio de acción con bordes de ruptura netos.
- (2) Superficies de fractura limpias y húmedas.
- (3) Ausencia de foco térmico evidente.
- (4) No suele dejar residuos carbonizados o cráteres profundos.

Este tipo de explosiones, aunque técnicamente no involucran sustancias explosivas, pueden ser objeto de pericia cuando ocurren en contextos criminales o de sabotaje industrial.

ii) Químicas

Las explosiones químicas son aquellas originadas por la transformación súbita de un compuesto sólido o líquido en grandes volúmenes de gases mediante una reacción de combustión extremadamente rápida, ya sea por deflagración o detonación (Cooper, 1996).

Dentro de esta categoría se incluyen:

- (1) Explosiones por deflagración: propias de bajos explosivos (pólvoras, pirotecnia).
- (2) Explosiones por detonación: propias de altos explosivos (TNT, RDX, PETN, dinamitas, C-4).

Estas explosiones son las más frecuentes en atentados terroristas, sabotajes, delitos con artefactos improvisados o accidentes industriales relacionados a sustancias explosivas.

d) Según su alcance

i) Explosiones de bajo orden

- (1) Resultan de detonaciones incompletas o deflagraciones limitadas.
- (2) Presencia de restos no detonados.
- (3) Menor propagación de la onda de presión.
- (4) Daños parciales o focalizados.





(5) Suele hallarse material explosivo residual en la escena.

ii) Explosiones de alto orden

- (1) La reacción es completa y total.
- (2) El material explosivo se consume en su totalidad.
- (3) Generan cráteres profundos, fragmentación extrema y amplia zona de destrucción.
- (4) Restos de material explosivo prácticamente ausentes.
- (5) Onda de presión de alta intensidad, con velocidades superiores a 2000 m/s (Yinon y Zitrin, 1993).

Este análisis permite al perito inferir la eficiencia del artefacto utilizado y la cantidad aproximada de explosivo involucrado.

iii) Nucleares

Si bien son de análisis más académico que práctico en el ámbito forense convencional, el perito criminalístico debe conocer su existencia y principios de funcionamiento, especialmente en el contexto de amenazas de armas de destrucción masiva o terrorismo internacional.

(1) Por fisión

- (a) Ocurre por la división de núcleos pesados (uranio-235, plutonio-239).
- (b) Libera grandes cantidades de energía en forma de radiación, calor y onda expansiva.
- (c) Base científica de las bombas atómicas.

(2) Por fusión (termonucleares)

- (a) Se produce por la unión de núcleos ligeros (isótopos de hidrógeno: deuterio y tritio).
- (b) Libera aún mayores cantidades de energía.
- (c) Base de las bombas de hidrógeno (bombas H).

Características criminalísticas de explosiones nucleares:

- (a) Onda de presión masiva.
- (b) Pulso térmico extremo.
- (c) Altos niveles de radiación residual.
- (d) Incapacidad de replicación en escenarios delictivos convencionales, pero de interés en análisis estratégicos de defensa (Cooper, 1996).

Importancia criminalística de la tipología explosiva

La correcta identificación del tipo de explosión permite al perito:

- (a) Diferenciar accidentes de sabotajes.
- (b) Reconstruir el diseño del dispositivo utilizado.
- (c) Calcular la cantidad de carga explosiva involucrada.
- (d) Determinar si hubo fallo de funcionamiento (detonación incompleta).



(e) Identificar patrones de ataques recurrentes en grupos subversivos

e) Efectos de una explosión

El análisis de los efectos producidos por una explosión constituye uno de los ejes centrales en la labor del perito en explosivos forenses. A partir de la evaluación de estos efectos es posible reconstruir la dinámica del evento, estimar la cantidad de carga utilizada, determinar la posición del artefacto al momento de la detonación y evaluar los daños tanto materiales como personales producidos.

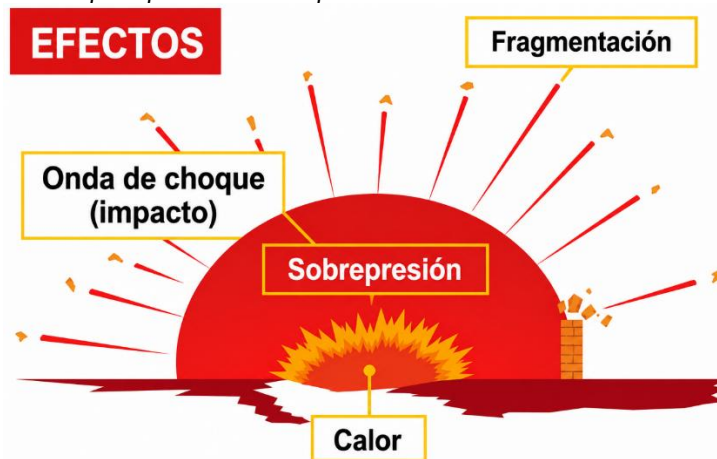
Las explosiones generan una secuencia compleja de fenómenos físicos que actúan en fracciones de segundo, liberando energía térmica, ondas de presión, fragmentos y efectos secundarios de amplio espectro. Estos efectos pueden dividirse para su análisis en efectos principales y efectos secundarios.

i) Efectos principales

Efectos principales de una explosión

Figura 379

Efectos principales de una explosión



Nota. Se visualiza en la imagen, los efectos principales o primarios como son; color o efecto térmico, sobrepresión, onda de choque y efecto fragmentario.

(1) Efecto térmico incendiario

El primer efecto generado en toda explosión es la liberación instantánea de calor. Esta energía térmica, producto de la reacción química exotérmica, puede alcanzar temperaturas de hasta 3.000°C o más en explosiones de alta potencia (Meyer et al., 2016). Este fenómeno puede producir:

- (a) Incendios secundarios.
- (b) Carbonización de objetos cercanos.
- (c) Lesiones por quemaduras en víctimas humanas.
- (d) Fusión o deformación de metales y materiales plásticos próximos al foco explosivo.

El perito analiza la presencia de quemaduras superficiales, carbonización de estructuras o deformación de materiales térmicamente sensibles como indicios del tipo de explosivo y la intensidad de la detonación.



(2) Onda de presión

La onda de presión constituye el efecto más destructivo de la explosión, generada por la rápida expansión de los gases formados durante la detonación. Esta onda se propaga de forma esférica y radial desde el foco, desplazándose a velocidades que pueden superar los 2.000 m/s (Cooper, 1996).

La onda de presión presenta dos fases claramente diferenciadas:

- (a) Presión positiva: corresponde al frente inicial de choque, comprimiendo violentamente el aire y arrasando los objetos en su camino. Provoca derrumbes estructurales, proyección de escombros, fracturas óseas, lesiones por barotrauma pulmonar y ruptura de órganos internos en víctimas expuestas.
- (b) Presión negativa: ocurre de inmediato tras el paso del frente positivo. Se genera un vacío parcial que succiona aire hacia el foco original, provocando movimientos de retorno que pueden arrastrar objetos y escombros hacia el centro de la explosión (Yinon y Zitrin, 1993).

El análisis de los patrones de destrucción, la dirección de los escombros y los daños anatómicos observados en las víctimas permite al perito estimar el epicentro y la intensidad de la onda de presión.

(3) Efecto de fragmentación

Cuando la explosión ocurre en un recipiente cerrado (carga confinada) o en presencia de objetos cercanos, el frente de presión fractura violentamente estos materiales, proyectando fragmentos a gran velocidad. Los fragmentos pueden alcanzar velocidades similares a las de los proyectiles balísticos, provocando:

- (a) Lesiones penetrantes en personas.
- (b) Impactos de alta energía sobre superficies.
- (c) Perforaciones secundarias de objetos metálicos, vidrios, paredes y vehículos.

Existen dos tipos de fragmentación:

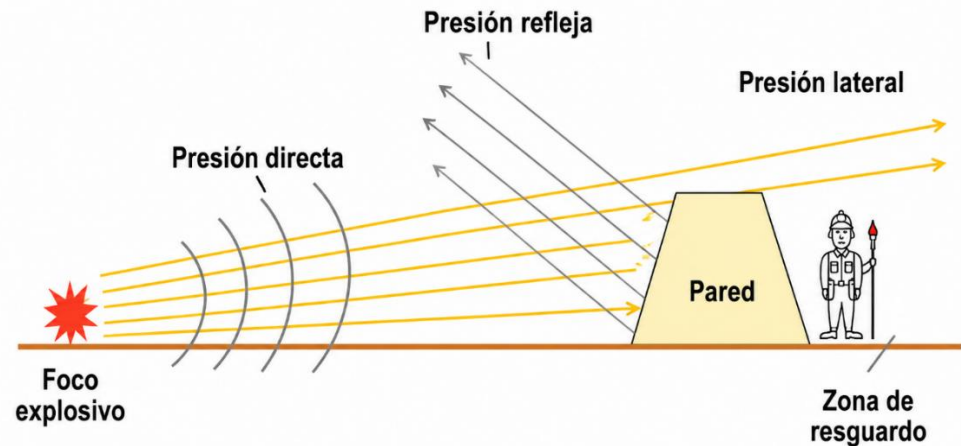
- (i) **Fragmentación primaria:** correspondiente a los propios componentes del artefacto (envases metálicos, carcasa, metralla agregada).
- (ii) **Fragmentación secundaria:** provocada por objetos del entorno que son despedidos por la onda de presión (ventanas, muebles, estructuras colapsadas).

El análisis criminalístico de los patrones de impacto de los fragmentos permite al perito calcular la distancia al foco, la potencia del artefacto y el tipo de carga contenida.

ii) Efectos secundarios (presión directa, presión reflejada, presión lateral)

Los efectos secundarios son consecuencia indirecta de la propagación de la onda de presión y su interacción con el entorno físico, variando según la arquitectura del lugar, la disposición de obstáculos y los materiales involucrados.



Figura 380*Efectos secundarios de una explosión*

Nota. Se aprecia en la imagen los efectos secundarios (presión directa, presión reflejada, presión lateral).

(1) Presión directa

Es el efecto inicial que experimentan los objetos ubicados en la trayectoria directa de la onda de presión. La intensidad del daño dependerá de:

- (a) La cantidad de carga detonada.
- (b) La distancia al foco.
- (c) La resistencia física del objeto.

(2) Presión reflejada

Ocurre cuando la onda de presión impacta superficies sólidas perpendiculares a la dirección de propagación. Este reflejo multiplica la intensidad local de la presión, generando daños mayores en muros, columnas o estructuras enfrentadas al epicentro (Cooper, 1996).

(3) Presión lateral o incidente

Se produce cuando la onda de presión bordea obstáculos, desviándose lateralmente y generando zonas de resguardo donde la intensidad de los daños es notablemente menor. Este efecto es fundamental en el análisis de escenarios urbanos, donde las edificaciones generan patrones asimétricos de daño (Yinon y Zitrin, 1993).

(4) Consideraciones criminalísticas

El estudio minucioso de los efectos principales y secundarios permite al perito forense:

- (a) Localizar con precisión el foco de la explosión.
- (b) Calcular la cantidad aproximada de explosivo utilizado.
- (c) Establecer la dirección de proyección de fragmentos.
- (d) Determinar el tipo de artefacto y su configuración interna.
- (e) Reconstruir la posición relativa de las víctimas frente al foco.



- (f) Distinguir entre explosiones accidentales, intencionales o terroristas

13) Inspección criminalística en escena de explosiones (IC-E)

La inspección criminalística en la escena de una explosión constituye una de las fases más críticas dentro de la investigación forense de eventos explosivos. A diferencia de otros tipos de escenas criminales, la escena de explosión suele encontrarse altamente alterada, desorganizada, con amplios márgenes de destrucción y con alto riesgo remanente por posibles artefactos no detonados.

Por tanto, el perito especializado debe aplicar un procedimiento sistemático, metódico y extremadamente minucioso, respetando protocolos de seguridad y recolección de evidencias que garanticen la validez jurídica de los hallazgos.

a) Concepto

Se entiende por inspección criminalística de escena de explosión (IC-E) al conjunto de actividades planificadas y ejecutadas por peritos en explosivos forenses en el lugar donde ha ocurrido una detonación.

El objetivo es identificar, ubicar, documentar, proteger, recolectar y analizar todos los indicios físicos y químicos que permitan esclarecer las características, origen, tipo de artefacto, método de activación y circunstancias del hecho explosivo (Meyer et al., 2016).

La calidad de la inspección condiciona directamente la posibilidad de reconstruir técnicamente los hechos, establecer el tipo de explosivo y aportar elementos sólidos a la investigación penal.

b) Ubicación del foco de la explosión

El primer objetivo pericial en la escena es localizar el punto exacto donde se encontraba la carga explosiva al momento de la detonación. La identificación del foco se basa en:

- i) Observación de cráteres o depresiones.
- ii) Patrón radial de proyección de fragmentos.
- iii) Orientación de los daños estructurales.
- iv) Zona de mayor carbonización o presión térmica.
- v) Restos concentrados de componentes del artefacto.

En detonaciones aéreas (suspendidas), la ubicación precisa puede requerir modelado tridimensional y cálculos geométricos avanzados.

c) Triangulación de evidencias

La triangulación es un método geométrico de registro planimétrico mediante el cual se establecen las coordenadas exactas de cada evidencia hallada, usando referencias fijas de la escena.

- i) En vía pública: se utilizan esquinas, postes, señales o estructuras permanentes.
- ii) En interiores: columnas, esquinas de muros o mobiliario fijo.

Este procedimiento permite elaborar croquis técnico-periciales de la escena, indispensables para posteriores reconstrucciones judiciales (Cooper, 1996).



d) Búsqueda de indicios

Tras asegurar la escena, se implementan técnicas de búsqueda sistemática:

- i) Desde el foco hacia la periferia.
- ii) Marcando cada indicio mediante balizamiento progresivo.
- iii) Documentación fotográfica secuencial.
- iv) Empleo de métodos de búsqueda circular, por cuadrículas o por zonas concéntricas, según magnitud de la escena

Los indicios más relevantes incluyen:

- i) Fragmentos de detonadores, cables, pilas, temporizadores.
- ii) Restos de mechas, cordones detonantes o boosters.
- iii) Partículas residuales de explosivos (análisis químico posterior).
- iv) Fragmentos estructurales deformados o perforados.
- v) Restos de metralla intencional (clavos, rodamientos, esquirlas).

e) Evaluación de daños

Durante la inspección, el perito documentará exhaustivamente:

- i) Magnitud de daños materiales (edificaciones, vehículos, mobiliario).
- ii) Distribución de escombros y fragmentos.
- iii) Lesiones observables en cadáveres o víctimas.
- iv) Posición anatómica de los cuerpos en relación al foco.
- v) Existencia de incendios secundarios o reacciones térmicas (Yinon y Zitrin, 1993).

Estos datos permiten inferir el tipo de explosión (bajo o alto orden), la potencia relativa y la configuración probable del dispositivo.

f) Determinación del tipo de explosivo

A partir de los indicios físicos y los análisis químicos de laboratorio, el perito establecerá:

- i) Naturaleza química del explosivo (ANFO, dinamita, C-4, TNT, emulsiones, etc.).
- ii) Tipo de sistema de iniciación (mecánico, eléctrico, electrónico, mixto).
- iii) Nivel de sofisticación del artefacto.
- iv) Volumen estimado de carga empleada.
- v) Probable origen industrial, militar o artesanal de los componentes.

Consideraciones criminalísticas generales para el éxito de la IC-E dependerá directamente de:

- i) El conocimiento técnico especializado del perito en explosivos.
- ii) La correcta preservación inicial de la escena.



- iii) El trabajo coordinado entre el equipo técnico y la autoridad judicial.
- iv) El respeto a los protocolos de seguridad operativa (Meyer et al., 2016).

14) Informe pericial de explosivos forenses

El informe pericial en explosivos forenses constituye el documento oficial y técnico mediante el cual el perito expone de forma detallada, objetiva y fundamentada los resultados de los análisis practicados sobre sustancias explosivas, dispositivos detonados, artefactos recuperados, evidencias físicas y químicas obtenidas en la escena, así como la interpretación científica de los fenómenos observados.

Su contenido tiene plena validez jurídica y constituye prueba pericial directa para la investigación criminal y el proceso penal correspondiente.

a) Concepto

El informe pericial de explosivos es la exposición técnica escrita que plasma los métodos aplicados, las evidencias analizadas, los resultados obtenidos y las conclusiones a las que arriba el perito especializado en explosivos forenses. Este informe debe seguir los principios de:

- i) Rigurosidad científica.
- ii) Objetividad.
- iii) Claridad metodológica.
- iv) Fundamentación verificable (ISO/IEC 17025; ASTM).

b) Clases de peritajes

Los peritajes en explosivos pueden dividirse, según su objeto de estudio, en las siguientes categorías:

i) Análisis de sustancias y productos acabados explosivos

Incluye el examen químico de:

- (1) Pólvoras (negras y sin humo).
- (2) Dinamitas.
- (3) Emulsiones.
- (4) ANFO.
- (5) Explosivos militares (TNT, RDX, PETN, C-4).

ii) Método analítico, experimental y descriptivo con estar en la pericia.

- (1) El método analítico es una estrategia de investigación que consiste en descomponer un fenómeno complejo en sus partes fundamentales para estudiarlas de manera individual y detallada. Esta descomposición permite comprender el funcionamiento interno de cada elemento, así como su relación con el conjunto. Según Babbie (2016), este método es esencial en el análisis forense porque facilita la identificación y comprensión de elementos constitutivos específicos, muchas veces decisivos para esclarecer un hecho.



- (2) Aplicación en explosivos forenses: en el campo de los explosivos forenses, el método analítico permite identificar los componentes individuales de un artefacto explosivo, como el tipo de sustancia empleada (nitrato, TNT, ANFO, etc.), el mecanismo de activación (eléctrico, mecánico o químico), la fuente de energía, los elementos de fragmentación, y la disposición estructural del dispositivo.

Cada una de estas partes se examina por separado, lo que permite reconstruir el diseño original del explosivo, establecer su potencia, origen probable y el conocimiento técnico del autor. Este enfoque es crucial para diferenciar entre explosivos caseros e industriales, y para aportar información clave a la investigación criminal.

- (3) Método descriptivo consiste en observar y registrar detalladamente las características de un fenómeno sin buscar establecer relaciones causales entre los elementos analizados. Según Salkind (2017), este enfoque es fundamental en las ciencias empíricas porque permite construir bases de datos precisas, que sirven como punto de partida para investigaciones posteriores y para la sistematización del conocimiento forense
- (4) Método experimental consiste en la reproducción controlada de condiciones específicas para verificar hipótesis previamente planteadas. Según Karl Popper (1959), el método experimental es fundamental en la ciencia porque permite someter las teorías a pruebas empíricas rigurosas, lo que garantiza su falsabilidad y verificación.

iii) Análisis de sustancias y productos pirotécnicos

Revisión de:

- (1) Productos pirotécnicos recreativos, industriales o militares.
- (2) Composición química de cargas pirotécnicas.

iv) Análisis de dispositivos explosivos e incendiarios

Examen integral de:

- (1) Artefactos detonados (post-exposición).
- (2) Artefactos neutralizados o incautados (pre-exposición).
- (3) Sistemas de iniciación recuperados.

v) Análisis de artefactos explosivos improvisados (IED)

Estudio estructural y funcional de:

- (1) Bombas caseras.
- (2) Cargas de presión, tracción, impacto o electrónicas.
- (3) Dispositivos terroristas artesanales.

vi) Análisis de evidencias fragmentarias

Examen microscópico de:

- (1) Fragmentos metálicos.



- (2) Esquirlas.
- (3) Restos de envoltorios o contenedores.

vii) Análisis de restos humanos por explosión

Estudio forense en:

- (1) Cadáveres mutilados.
- (2) Identificación de lesiones por onda de presión, térmica o fragmentación.

Inspección criminalística en campo abierto, edificaciones o vehículos por lo que se realiza el levantamiento planimétrico y recolección de indicios in situ.

c) Apreciaciones criminalísticas

Dentro del informe pericial, el perito debe incluir las apreciaciones técnicas que, sin constituir un juicio subjetivo, representan interpretaciones fundamentadas de los hallazgos. Entre estas apreciaciones se incluyen:

- i) Presunción del tipo de explosivo.
- ii) Cantidad estimada de carga utilizada.
- iii) Tipo de iniciación aplicada.
- iv) Probable nivel de conocimiento técnico del autor.
- v) Grado de daño potencial planificado (Yinon y Zitrin, 1993).

d) Anexos

Todo informe pericial debe ir acompañado de documentación de respaldo visual y técnica, incluyendo:

- i) Fotografías de la escena y de las evidencias.
- ii) Croquis de ubicación y triangulación.
- iii) Diagramas reconstructivos del dispositivo.
- iv) Análisis cromatográficos, espectrométricos o de microtrazas.
- v) Tablas de resultados y cálculos estimativos de potencia.

e) Procedimiento operativo pericial en campo

Durante la elaboración del dictamen, el perito debe haber respetado en la escena los siguientes protocolos básicos: Examen panorámico de la escena, documentación fotográfica inicial, detección de posibles dispositivos no detonados, búsqueda organizada de evidencias desde el foco hacia la periferia, registro gráfico y planimétrico de la escena, recolección segura de evidencias físicas, manipulación especializada de líquidos o residuos químicos, evaluación de la posición de las víctimas en relación al foco y reconstrucción técnica del dispositivo a partir de las evidencias recolectadas.



Asimismo, la seguridad en la Redacción del informe pericial el perito debe mantener en el informe: Lenguaje técnico claro, evitación de afirmaciones no verificables, sustento documental de cada afirmación, coherencia metodológica y lógica en el desarrollo del análisis (Meyer et al., 2016).

i) Remisión de muestras al laboratorio

El traslado seguro, legalmente válido y técnicamente adecuado de las muestras explosivas desde la escena hacia el laboratorio especializado constituye un eslabón crítico dentro de la cadena pericial. Un embalaje defectuoso o un transporte inseguro no solo puede poner en riesgo la integridad física del personal interviniente, sino también comprometer la validez de la evidencia para su posterior análisis forense y su utilización en el proceso penal.

Por tanto, la remisión de muestras explosivas exige el cumplimiento riguroso de protocolos de seguridad operativa, técnicas de embalaje especializado y custodia continua de la cadena de custodia.

ii) Embalaje de evidencia explosiva

El procedimiento de embalaje tiene como objetivo principal:

- (1) Asegurar la integridad física de las evidencias.
- (2) Minimizar el riesgo de detonación accidental durante su transporte.
- (3) Preservar la representatividad analítica de la muestra.
- (4) Evitar su contaminación, alteración o pérdida.
- (5) Garantizar la trazabilidad jurídica (Yinon y Zitrin, 1993).

iii) Embalaje de componentes no explosivos

Cuando las evidencias corresponden a:

- (1) Fragmentos de dispositivos desactivados.
- (2) Restos mecánicos de artefactos.
- (3) Cables, temporizadores, baterías, contenedores metálicos o plásticos.

Se utilizarán cajas de cartón rígido, debidamente selladas, rotuladas y acolchadas internamente para evitar movimientos durante el traslado.

iv) Embalaje de sustancias explosivas activas

Cuando las evidencias contienen:

- (1) Explosivos recuperados.
- (2) Restos de dinamita, emulsiones, ANFO, pólvora o artefactos no detonados.

Se aplicarán las siguientes precauciones:

- (1) Las sustancias serán introducidas en bolsas plásticas gruesas, selladas herméticamente.
- (2) Se colocarán dentro de cajas de seguridad con doble contención.





- (3) El espacio será amortiguado con aserrín seco o material inerte absorbente.
- (4) Las cajas exteriores serán metálicas, ignífugas o especialmente diseñadas para transporte de mercancías peligrosas.

Cada embalaje llevará etiquetas visibles indicando:

- (1) "MUESTRA EXPLOSIVA - MANIPULACIÓN RESTRINGIDA"
- (2) Tipo de sustancia (si es conocido).
- (3) Nombre del perito responsable del embalaje.
- (4) Número de expediente o intervención.

v) Embalaje de líquidos explosivos

Cuando existan sustancias líquidas recuperadas (ej.: restos de nitroglicerina, soluciones nitradas), se aplicarán envases de vidrio grueso o frascos plásticos reforzados, protegidos por material absorbente inerte dentro de contenedores secundarios de seguridad.

En estos casos es esencial emplear jeringas estériles o hisopos durante la recolección inicial en la escena (Meyer et al., 2016).

vi) Transporte seguro de evidencias

El transporte de las muestras hacia el laboratorio forense debe realizarse bajo estrictas condiciones de seguridad física y jurídica, cumpliendo:

- (1) Custodia armada permanente durante el traslado.
- (2) Vehículos de transporte especializado para materiales peligrosos.
- (3) Rutas previamente planificadas y autorizadas.
- (4) Prohibición absoluta de trasladar muestras explosivas sin supervisión directa.

El perito a cargo del traslado debe portar:

- (1) Acta de recolección firmada.
- (2) Registro de cadena de custodia iniciado en la escena.
- (3) Permisos de transporte de sustancias peligrosas (según normativas nacionales e internacionales).

La seguridad durante el traslado es prioritaria debido al riesgo latente de sabotaje, robo o manipulación indebida de las evidencias (Yinon y Zitrin, 1993).

vii) Entrega y recepción en el laboratorio

Al arribo al laboratorio, las muestras:

- (1) Serán recibidas por personal técnico especializado en análisis de explosivos.
- (2) Se verificará la integridad de los sellos y embalajes.



- (3) Se actualizará la cadena de custodia.
- (4) Se almacenarán bajo condiciones controladas de temperatura, humedad y seguridad física.
- (5) Se procederá a la planificación de los análisis químicos, físicos y criminalísticos correspondientes (Meyer et al., 2016).

viii) Consideraciones criminalísticas especiales

La correcta remisión de muestras:

- (1) Permite garantizar la validez legal de los análisis periciales.
- (2) Preserva la posibilidad de realizar contraperitajes.
- (3) Facilita la posterior reconstrucción técnica de los dispositivos explosivos.
- (4) Evita cuestionamientos de nulidad sobre la cadena de custodia en sede judicial.



3.2.10. Identificación vehicular forense¹²

1) Historia

La identificación vehicular forense nace a partir de la creación de una variedad de marcas y modelos de vehículos automotores, de manera paulatina, debido al poco uso de los mismos en la comisión de delitos; como también por la baja incidencia de robo de vehículos y las nulas modalidades de suplantación; sin embargo, a partir del siglo XX, ante el crecimiento del índice delincucional (como el blanqueo, suplantación, clonación y robo de vehículos), la identificación vehicular fue cogiendo mayor notoriedad; por lo cual, en muchos países empezaron a crear unidades especializadas en investigación de robo de vehículos con personal especializado en identificación vehicular, esto con la finalidad de contrarrestar los actos delincuenciales, identificando plenamente la identidad de un vehículo, no solo por sus características físicas, sino también por sus códigos de identificación vehicular.

Es por ello, que los fabricantes se vieron con la necesidad de crear un registro de vehículos automotores y que sus códigos de identificación no se repitan entre sí; por eso el SAE (Sociedad de Ingenieros Automotriz) en el año 1979 la Organización Internacional de Normalización en el año 1979 mediante el ISO 3779, establece la estructura y contenido del VIN (Número de Identificación Vehicular) que tiene 17 alfanuméricos, divididos en tres secciones: la primera, describe en que país fue fabricado el vehículo; la segunda, describe sus atributos físicos, y la tercera sección, indica el año del modelo, planta de ensamblaje y secuencia numérica de producción. Esta combinación de números y letras hacen única la identificación para un vehículo automotor, la cual, es irreplicable en el mercado mundial. Antes de que existiera el VIN, cada fabricante optaba por colocar un número de serie para poder identificar de manera individual a su vehículo.

En 1981, en Estados Unidos a través de la administración nacional de seguridad de tráfico de carreteras, aplicó el formato de 17 alfanuméricos para todos los vehículos que sean vendidos en el país; paralelo a ello, en Europa se adoptaron medidas similares para unificar la identificación a nivel mundial.

El 26 de agosto de 1987, fue creada mediante Resolución Ministerial N.º 0111-87-IN/DM la División de Investigación de Robo de Vehículos de la Policía Nacional del Perú, con la misión de prevenir, investigar y denunciar delitos contra el patrimonio: como el robo, hurto y receptación de vehículos; posteriormente, a inicios del año 1988, se crea el área de peritajes en identificación vehicular liderada por Suboficial Superior PNP Anibal Escalante Rivarola; dando inicio a un gran legado de peritos, cuyo fin era determinar la verdadera identidad de un vehículo mediante sus respectivos códigos de identificación vehicular (VIN, número de motor y número de serie) y características físicas, aplicando la ciencia, técnica y expertis, ya que, la placa era un medio de identificación que podía ser cambiada o adulterada.

Las modalidades para ocultar la verdadera identidad de un vehículo fueron creciendo, como las clonaciones, regrabaciones, injertaciones y adulteraciones; siendo el blanqueo de vehículos una gran fuente de ingresos para las bandas criminales; por ello, se crearon métodos de restauración, siendo uno de los más resaltantes en los 90 el denominado tratamiento térmico, que consiste en recuperar los alfanuméricos que fueron erradicados mediante acción calorífica.

¹² Redactado por: ST3 PNP Carlos Enrique Nicho Ramos.



La clonación de vehículos automotores es una práctica delictiva que consiste en tomar los “códigos de identificación vehicular” de un vehículo lícito registrado en SUNARP y transferirlos a otro de iguales características robado o hurtado.

Frente a esa realidad, a partir de 1990 se inician en Lima programas de educación continua en identificación vehicular en la División de Investigación de Robo de Vehículos de la Policía Nacional del Perú, con la finalidad de incrementar el número de personal experto en la materia, a través de cursos de capacitación y especialización.

En el año 1991 se empezaron a realizar restauraciones mediante la acción calorífica a los motores, cuyos números originales habían sido erradicados y en su lugar grabaron otros números; esta acción descubierta por el perito Aníbal Escalante, permitía recuperar los motores que tenían requisitoria por robo.

En el año 1992 se empezaron a realizar restauraciones al chasis del vehículo mediante el reactivo químico Fry, lo cual, permitía recuperar los números originales que habían sido erradicados. Esta acción era realizada con el apoyo de los peritos químicos de criminalística de la PNP.

En el 2008, se innovó con el método de restauración del hisopado creado por el perito Pablo Vergara; que permitía realizar una restauración en minutos y de esa manera conocer la verdadera identidad del vehículo; permitiendo determinar su condición de vehículo robado, de contrabando u otro.

En el 2011, mediante Directiva N° 23-08-2011-DIRINCRI-PNP-DIROVE/ UNIPLO-B en sus disposiciones específicas se establece que las pericias de identificación vehicular serán realizadas por profesionales técnicos especializados “peritos” de la DIROVE, DEIROVE y SIROVE.

El 15 de octubre del 2017, se publica el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1267, Ley de la PNP donde en su artículo 192 numeral 5 se establece que personal de la DIPROVE podrá realizar y expedir los peritajes técnicos – vehiculares con fines de identificación, para los procesos de investigación.

En el 2024, se publica la Directiva N° 02-2024-EMG PNP/COMOPOL-DIRNOS-DIRTTSV-DIVPIRV-B DE 28MAR2024, con lineamientos para la prevención e investigación de delitos contra el patrimonio en las modalidades de hurto, robo o receptación agravada de vehículos automotores, sus autopartes o accesorios; así como delitos conexos. Se establece que el perito en identificación vehicular es poseedor de conocimientos conceptuales, metodológicos, actitudinales, técnicos profesionales especializados, para emitir opinión técnica científica de la originalidad o no, de vehículos automotores, autopartes o accesorios que examina; asimismo, brindan servicios forenses, observando los lineamientos técnicos que dicta la doctrina y normas jurídicas; también emite informe pericial de identificación vehicular para determinar la verdadera identificación de un vehículo.

El 5 de noviembre del 2025 se publica el Decreto Supremo N° 012-2025-IN, que aprueba el reglamento del Decreto Legislativo N° 1267, Ley de la PNP; en donde en el artículo 125, numeral 11, se establece que las pericias de identificación vehicular es función de la División de Laboratorio Criminalístico de la DIRCRI PNP.

Hasta el presente año, la especialidad de identificación vehicular forense se desarrolla en la División de Prevención de Robo de Vehículos y sus sedes a nivel nacional; donde se realizan peritajes físicos, químicos, electrónicos a vehículos automotores, placa única nacional de rodaje y autopartes, vinculados a un hecho delictivo o se encuentre inmerso en una investigación, con el objetivo de conocer la verdadera



identidad, lo cual, es relevante para el proceso de investigación, teniendo en cuenta que cotidianamente se evidencia el uso de vehículos automotores en la comisión de delitos diversos.

2) Definición

La identificación vehicular constituye el proceso técnico mediante el cual se establecen las particularidades que diferencian a un vehículo de cualquier otro con apariencia o características similares, otorgándole una individualidad propia. Este procedimiento, sustentado en la inspección física especializada, permite al perito describir de manera precisa los elementos técnicos y constructivos del automotor (Yovera, 2019).

En esta perspectiva, Nicho (2023) señala que la identificación vehicular se fundamenta principalmente en el Número de Identificación Vehicular (VIN), el cual reúne información clave sobre el país de fabricación, marca, año modelo, secuencia de producción y otros códigos alfanuméricos asignados por el fabricante. Cada carácter posee un significado específico, lo que garantiza que cada unidad cuente con una identidad única y evita la duplicidad de registros, posibilitando así el establecimiento de la identidad auténtica del vehículo.

Por su parte, Pagan (2021) destaca que la identificación vehicular se convierte en un recurso esencial dentro de la labor pericial, debido a que los resultados obtenidos permiten elaborar informes que funcionan como medios de prueba en procesos judiciales. Esto cobra especial relevancia cuando se requiere determinar la verdadera identidad de un vehículo involucrado en un hecho delictivo.

En síntesis, la identificación vehicular se configura como una disciplina forense orientada al estudio de la Placa Única Nacional de Rodaje y de los códigos y características físicas que distinguen a un automotor dentro del Sistema Nacional de Transporte Terrestre. Su adecuada aplicación posibilita esclarecer la identidad real del vehículo examinado y, en consecuencia, fortalecer la labor investigativa y contribuir de manera directa con la administración de justicia.

3) Importancia

La identificación vehicular forense es esencial para establecer la verdadera identidad de un vehículo y consignarla de manera precisa en un documento pericial. Dicho informe adquiere un alto valor probatorio y permite a los operadores de justicia comprender con claridad los aspectos técnicos expuestos durante el proceso judicial (Nicho, 2023).

Carrión y Tocornal (2009) sostienen que el aumento de delitos vinculados al robo de vehículos y al desmantelamiento de autopartes está estrechamente relacionado con la consolidación de mercados ilegales destinados a la comercialización de unidades y piezas sustraídas. Estos mercados operan como una cadena delictiva compleja, integrada por múltiples etapas: adulteración de registros y colores, compraventa clandestina, exportaciones e importaciones fraudulentas y procesos de matriculación corruptos. En consecuencia, el robo de un vehículo suele ir acompañado de una serie de delitos secundarios que amplifican su impacto criminal.

Si bien tradicionalmente la identificación vehicular se ha asociado principalmente con delitos de hurto y robo, en la actualidad la mayoría de los hechos delictivos involucran algún tipo de vehículo. Esto exige una verificación exhaustiva que va más allá del número de matrícula, pues la identidad de un automotor se determina a partir de un conjunto de características técnicas y códigos que solo pueden evaluarse mediante un examen pericial especializado. Por ello, la identificación vehicular forense cumple un rol indispensable como disciplina auxiliar que brinda soporte científico a la administración de justicia. Su



importancia radica en la capacidad de generar información objetiva, verificable y decisiva para establecer la originalidad, procedencia y autenticidad del vehículo examinado, lo que contribuye a decisiones judiciales más sólidas y equitativas.

En términos generales, esta especialidad articula conocimientos del ámbito vehicular, físico, químico y jurídico, aplicando principios científicos y métodos propios para examinar diversos elementos: la placa, el número de identificación vehicular (VIN), las autopartes, posibles restauraciones y cualquier rastro o modificación presente. Gracias a esta labor sistemática, la identificación vehicular forense se convierte en un puente técnico indispensable entre los hallazgos periciales y la búsqueda de la verdad material dentro del proceso judicial.

4) Actividad pericial

a) Tipos de identificación vehicular forense

i) Identificación vehicular forense

La identificación vehicular forense es la disciplina encargada de examinar la Placa Única Nacional de Rodaje, las características físicas y los distintos códigos de identificación de un automotor, con el fin de establecer si mantienen su estado original o han sido objeto de alteraciones. Este estudio especializado permite determinar la verdadera identidad de un vehículo involucrado en un hecho delictivo y verificar su autenticidad.

Un análisis técnico preciso facilita que los operadores de justicia comprendan con mayor claridad la procedencia, el estado y la información relevante del vehículo peritado, fortaleciendo así la valoración probatoria durante el proceso judicial.

Según Castro (2015), el número de bastidor o Número de Identificación Vehicular (VIN, por sus siglas en inglés) constituye un código único que permite identificar de manera inequívoca a cualquier vehículo automotor. Este número se ubica en diversas partes de la unidad, como el marco de la puerta del conductor, la base del parabrisas o el compartimento del motor y se caracteriza por estar grabado directamente sobre la estructura metálica o impreso en una placa adherida a la carrocería. Su función principal es prevenir la manipulación, adulteración o falsificación, garantizando así la integridad del sistema de identificación.

ii) Identificación vehicular física forense

Esta especialidad forense se encarga del estudio detallado de la estructura principal del vehículo como el chasis, el motor y sus autopartes, con el fin de determinar su autenticidad y estado original. A través de esta evaluación, el perito identifica el tipo de soldadura propia del fabricante, el color original y las condiciones de la base que soporta los campos numéricos, verificando si presenta daños naturales o alteraciones provocadas con la intención de ocultar la verdadera identidad del automotor.

El análisis permite establecer si el vehículo ha sido manipulado mediante acciones físicas deliberadas. En este sentido, Laj (2014) señala que cualquier vehículo puede experimentar modificaciones significativas en sus medios de identificación como el número de serie o la marca de fábrica— mediante sustracción, modificación, destrucción, borrado, cubrimiento, adición o sustitución de caracteres alfanuméricos, generalmente con fines ilícitos.





Desde esta perspectiva, la identificación vehicular forense contribuye a determinar si los códigos de identificación y sus bases de soporte han sido injertados, insertados, suprimidos, regrabados, cortados o adulterados de cualquier forma. Para llevar a cabo estas alteraciones, los delincuentes suelen recurrir a intervenciones como el cambio de pintura, el corte o deformación de estructuras metálicas, la soldadura no original o el desgaste intencional del soporte numérico, todas ellas detectables mediante un examen técnico minucioso.

iii) Identificación vehicular química forense

Esta especialidad forense utiliza la experiencia, el criterio técnico y el conocimiento del perito para aplicar reactivos químicos sobre la base soporte donde se alojan los códigos de identificación vehicular que han sido eliminados o alterados. Su propósito es restaurar, en la medida de lo posible, la identidad original del vehículo, la cual suele ser borrada deliberadamente por delincuentes con fines ilícitos.

Vander (2007) explica que el revenido químico tiene su origen en un método clásico de la metalografía conocido como técnica macrografía. Este procedimiento se basa en la observación de la superficie de una pieza metálica —previamente pulida y tratada con un reactivo adecuado— con el objetivo de revelar estructuras o marcas no visibles a simple vista.

En este sentido, el revenido químico aplicado a la identificación vehicular consiste en el uso de agentes químicos sobre la base del campo numérico alterado, con el fin de recuperar los caracteres originales del VIN, del número de serie o del número de motor que hayan sido suprimidos. Sin embargo, la restauración no siempre es completamente exitosa, por lo que se reconocen tres posibles resultados:

- Restauración total: se logra recuperar todos los caracteres que conforman el número de serie, VIN o número de motor.
- Restauración parcial: solo se revelan algunos de los caracteres originales.
- Restauración nula: no se obtiene ninguna letra, número o marca que permita reconstruir el código.

Los resultados dependen del grado de daño o manipulación de la superficie, así como del método aplicado; el cual debe seleccionarse según las características metalúrgicas del chasis o del motor sometido a análisis.

iv) Identificación vehicular forense mediante acción calorífica

Esta especialidad forense utiliza la aplicación controlada de calor —mediante equipos de oxicorte— sobre motores de hierro o estructuras del chasis, con el propósito de recuperar los códigos de identificación vehicular que han sido eliminados, alterados o borrados total o parcialmente por los delincuentes para impedir la identificación del vehículo.

Se trata de un método de naturaleza destructiva, debido a que la superficie intervenida debe ser sometida a una flama compuesta por acetileno y oxígeno, o por carburo y oxígeno, para lograr la reaparición de los caracteres originales. El procedimiento consiste en calentar la zona a elevadas temperaturas, generalmente en un ambiente inerte o al vacío, lo que permite revelar las huellas



termodinámicas residuales del estampado original y, con ello, recuperar la identidad auténtica del vehículo examinado.

v) Identificación vehicular electrónica forense

Esta especialidad forense emplea diversos dispositivos electrónicos que complementan la identificación vehicular, entre ellos: el escáner automotriz, el boroscopio, el colorímetro, el calibrador de metales y herramientas digitales accesibles desde computadoras o teléfonos móviles mediante aplicaciones y plataformas especializadas. Estos instrumentos permiten obtener información técnica precisa que fortalece el análisis pericial.

En la actualidad, muchos vehículos incorporan sistemas electrónicos avanzados cuya interfaz OBD (On-Board Diagnostics) posibilita la lectura de datos relevantes almacenados en los módulos internos, como el Número de Identificación Vehicular (VIN). Esta información resulta especialmente valiosa, dado que las autopartes y sistemas electrónicos vinculados al VIN se encuentran entre los componentes más robados y adulterados por delincuentes que buscan impedir la recuperación del vehículo.

Días (2025) señala que el uso policial de escáneres OBD para la identificación de vehículos adulterados, clonados o vinculados a actividades ilícitas, ha demostrado ser altamente eficaz, y su empleo ha sido validado por la jurisprudencia brasileña. La presencia de un VIN electrónico almacenado en la unidad de control del vehículo, abre un nuevo campo de aplicación tecnológica para el perito en identificación vehicular. En casos donde existen indicios de manipulación —como placas cambiadas, documentos falsificados o alteraciones físicas en el chasis o vidrios— la lectura del VIN directamente desde la ECU mediante un escáner OBD, permite contrastar la información y revelar la identidad real del automotor.

En suma, el uso responsable y técnicamente fundamentado de dispositivos electrónicos constituye un apoyo crucial para la identificación vehicular, al proporcionar datos confiables que complementan el análisis físico tradicional y contribuyen a la verificación precisa de la identidad del vehículo evaluado.

b) Exámenes de identificación vehicular forense

i) Examen de Placa Única Nacional de Rodaje

El Decreto Supremo N.º 017-2008-MTC establece que la Placa Única Nacional de Rodaje (PUNR) constituye el principal elemento de identificación de los vehículos durante su circulación por las vías públicas terrestres, definiendo además su clasificación y características técnicas. En esta línea, Villa (2024) señala que la PUNR permite la identificación oficial del vehículo y autoriza su desplazamiento en la vía pública. Asimismo, la normativa determina las responsabilidades inherentes a la titularidad del bien y prohíbe cualquier modificación, alteración o cambio no autorizado en la placa, dado que tales acciones pueden generar consecuencias administrativas y penales conforme al marco legal vigente.

En síntesis, la PUNR es un elemento de identificación único dentro del Sistema Nacional de Transporte Terrestre y constituye un registro esencial para verificar la autenticidad de un vehículo. A través de la base de datos de la SUNARP es posible consultar la información real asociada a la placa y contrastarla con las características físicas del automotor peritado. Sin embargo, a diferencia de los códigos de identificación vehicular grabados en el chasis o motor, las placas pueden ser



fácilmente intercambiadas entre vehículos, ya que están fijadas únicamente mediante pernos u otros mecanismos removibles, lo que exige una verificación minuciosa por parte del perito.

Figura 381

Diseño oficial de Placa Única Nacional de Rodaje (PUNR)



Nota. Define la clasificación del vehículo y características técnicas de la placa.

ii) Examen de características físicas

(1) Categoría

La clasificación vehicular corresponde a la categoría asignada a cada automotor según su función, diseño y características técnicas y físicas. En el parque automotor nacional se reconocen las categorías M, N, L y O, las cuales determinan el tipo de uso permitido y la finalidad operativa de cada vehículo dentro del sistema de transporte.

(2) Marca

La marca constituye el identificador comercial que una empresa fabricante asigna a sus vehículos, permitiendo diferenciar sus productos de los ofrecidos por la competencia y facilitando su reconocimiento por parte de los consumidores. Una misma compañía puede producir o ensamblar diversas marcas, ya que las plantas automotrices suelen operar bajo esquemas de fabricación compartida. Un ejemplo de ello es la planta de SAIC Motor en China, donde se ensamblan modelos comercializados bajo diferentes marcas, como el MG Hector, Chevrolet Captiva, Wuling Almaz y Baojun 530.

Figura 382

La marca es un identificador comercial



Nota. Marcas de vehículos diversas son fabricados por una misma compañía.

(3) Modelo

El modelo corresponde a la denominación específica que identifica a un vehículo dentro de una marca, la cual funciona como categoría general. Una misma marca puede ofrecer diversos modelos, cada uno con características particulares. Es importante distinguir entre el modelo técnico, que es la designación asignada por la fábrica, y el modelo comercial, cuyo nombre puede variar según el mercado de destino. Por ejemplo, en la marca Hyundai, el modelo técnico es el mismo tanto para el vehículo denominado Avante en el mercado coreano como para el Elantra en el mercado nacional; sin embargo, su nombre comercial cambia de acuerdo con la estrategia de comercialización regional.

(4) Versión

La versión corresponde al nivel de equipamiento que presenta un modelo específico de vehículo, lo que implica variaciones en autopartes, accesorios, tecnologías incorporadas, sistemas de seguridad y elementos de confort. Generalmente, mientras mayor sea el equipamiento, mayor será su valor comercial. Un aspecto relevante es que algunos fabricantes incluyen en la sección descriptiva del VIN uno o dos caracteres alfanuméricos que identifican la versión del vehículo. Por ello, la correcta decodificación de estos códigos resulta fundamental para realizar una identificación vehicular precisa y completa.

(5) Tipo de chasis

El chasis constituye la estructura principal del vehículo y su función esencial es integrar y soportar los componentes mecánicos, como el motor, el sistema de frenos, la dirección, los ejes, la suspensión, la carrocería y demás elementos según el tipo de vehículo. Esta estructura proporciona forma, rigidez y estabilidad, por lo que se considera la base física sobre la cual se sustenta todo el automotor. Por ello, los fabricantes suelen grabar el VIN y/o el número de serie directamente en el chasis o colocarlos mediante etiquetas adheridas a él, dado que el vehículo mantiene esta identidad desde su fabricación hasta el final de su vida útil.

Castillo y Colcha (2012) destacan que el chasis es uno de los componentes más importantes del automóvil, ya que confiere fortaleza y estabilidad durante la conducción. El bastidor, como elemento central del chasis, sostiene los principales sistemas mecánicos —motor, suspensión, dirección, frenos y sistema de escape— además de servir como soporte para la carrocería.

En el ámbito de la identificación vehicular forense, el reconocimiento del chasis y de sus diversas configuraciones es fundamental, pues facilita la localización rápida, segura y precisa del VIN o del número de serie, asegurando así la determinación confiable de la identidad del vehículo examinado.

(6) Carrocería

La carrocería constituye la estructura externa del vehículo y cumple la función de brindar forma, diseño y utilidad al chasis. Su configuración puede variar según el tipo de vehículo y la finalidad para la cual será utilizado, especialmente en las categorías N y O, donde la estructura exterior se adapta a necesidades específicas del servicio o actividad que desarrollará.

En los vehículos que cuentan con chasis y cabina —como camiones y camionetas tipo pick-up— la carrocería corresponde al módulo instalado sobre el bastidor y detrás de la cabina. En la mayoría de los casos, ésta se fabrica de manera independiente por empresas especializadas



y se elige de acuerdo con los requerimientos del propietario o usuario final. De manera similar, en los vehículos con chasis motorizado, como los ómnibus, la carrocería se monta sobre el bastidor y suele ser desarrollada por fabricantes distintos a los que producen el chasis. Este proceso permite adaptar el diseño y la funcionalidad del vehículo a las necesidades del servicio de transporte.

En contraste, en los vehículos con estructura monocasco o carrocería autoportante, el chasis y la carrocería conforman una sola pieza estructural, lo que reduce peso y mejora la rigidez del conjunto. En términos sencillos, la carrocería es la “cubierta” que otorga forma y protección al vehículo, mientras que el chasis constituye la base estructural sobre la cual se ensamblan todos los componentes mecánicos y funcionales del automotor.

(7) Color original

Se considera color original aquel aplicado al vehículo durante su proceso de fabricación, el cual debe coincidir con el código de pintura registrado por el fabricante en sus elementos identificatorios, tales como la plaqueta, el sticker o la etiqueta de fábrica, así como en la plaqueta de características.

Figura 383

Reconocimiento de color original

Para ver el significado del Código de Color se recomienda utilizar el aplicativo móvil en su teléfono celular “**Glasurit Color Online**”.



Nota. La imagen presenta técnicas para la identificación del color original del vehículo.



El reconocimiento del color original de un vehículo es un aspecto primordial dentro del proceso de identificación, pues los delincuentes suelen eliminar la pintura de fábrica para poder erradicar y posteriormente registrar el VIN o el número de serie.

Esta acción no solo afecta los códigos de identificación, sino también la capa original de pintura, lo cual puede ser detectado por el perito a partir de su experiencia y del análisis técnico de la superficie. Asimismo, en casos de suplantación de identidad o reemplazo de cabina, el color del vehículo no suele coincidir con el código de pintura asignado por el fabricante, diferencia que puede verificarse mediante la información contenida en la plaqueta o sticker de fábrica.

Por estas razones, es indispensable consignar en el informe pericial el color original del vehículo. Al contrastar esta información con los registros y antecedentes del automotor, es posible determinar si la identidad actual corresponde a la original.

Esto cobra especial relevancia considerando que la eliminación de la pintura de la base soporte es una de las primeras acciones que realizan los delincuentes para facilitar la regrabación y ocultamiento de la identidad vehicular.

(8) Color actual

El color actual corresponde al tono que presenta el vehículo en el momento de la inspección. Este puede coincidir con el color de fábrica, haber sido repintado conservando el mismo tono o haber sido modificado por completo.

Por ello, no siempre refleja el color original aplicado durante la fabricación. Cuando se advierte que el campo numérico o las zonas adyacentes han sido repintadas, es necesario extremar el cuidado durante la inspección técnica, ya que estas intervenciones suelen asociarse a intentos de ocultar alteraciones en los códigos de identificación vehicular.

(9) Año modelo

El año modelo no debe confundirse con el año de fabricación. Las marcas suelen establecer ciclos anuales propios para sus modelos, que comúnmente abarcan de febrero de un año a febrero del siguiente. Esto permite que un fabricante lance al mercado, durante un mismo año calendario, un vehículo identificado como modelo del año siguiente. Por esta razón, se denomina año modelo y no necesariamente corresponde al año en que el vehículo fue producido.

El año modelo se identifica mediante el décimo carácter del VIN, representado por una letra o un número asignado por el fabricante según el periodo correspondiente. En algunos casos, este valor coincide con el año real de fabricación, pero no siempre es así.

El Reglamento Nacional de Vehículos precisa que el décimo carácter del VIN es el encargado de señalar el año modelo del automotor, asignación establecida por el fabricante. Esta codificación sigue una secuencia alternada de letras y números que se repite periódicamente, permitiendo identificar de manera estandarizada el año asignado al modelo.



Tabla 15

Código y año del modelo del vehículo automotor

Código	Año	Código	Año	Código	Año
A=	1980	Y=	2000	L=	2020
B=	1981	1=	2001	M=	2021
C=	1982	2=	2002	N=	2022
D=	1983	3=	2003	P=	2023
E=	1984	4=	2004	R=	2024
F=	1985	5=	2005	S=	2025
G=	1986	6=	2006	T=	2026
H=	1987	7=	2007	V=	2027
J=	1988	8=	2008	W=	2028
K=	1989	9=	2009	X=	2029
L=	1990	A=	2010	Y=	2030
M=	1991	B=	2011	1=	2031
N=	1992	C=	2012	2=	2032
P=	1993	D=	2013	3=	2033
R=	1994	E=	2014	4=	2034
S=	1995	F=	2015	5=	2035
T=	1996	G=	2016	6=	2036
V=	1997	H=	2017	7=	2037
W=	1998	J=	2018	8=	2038
X=	1999	K=	2019	9=	2039 (*)

Nota. Numeral incorporado por el Artículo 3 del Decreto Supremo N.º 019-2018-MTC, publicado el 10 de diciembre de 2018.

(10) Año de fabricación

El año de fabricación corresponde al periodo en que el vehículo fue producido, comprendido entre el 1 de enero y el 31 de diciembre. Esta información puede identificarse físicamente en la estructura principal del automotor, así como en diversas autopartes y accesorios que llevan impreso su propio año de producción. En el ámbito de la identificación vehicular forense, el año de fabricación resulta un dato clave, ya que permite detectar inconsistencias que podrían indicar cambios de autopartes, clonación, injertos o adulteraciones. Su análisis contribuye a establecer la verdadera identidad del vehículo y a determinar si conserva sus componentes originales.

(11) Ejes

El eje es el elemento estructural que conecta y soporta las ruedas del vehículo, pudiendo estar fijado a ellas y girar conjuntamente según su diseño. Además, forma parte del sistema de transmisión, ya que interviene en la transferencia de movimiento hacia las ruedas motrices. Un vehículo puede contar con uno o varios ejes; la mayoría posee dos o más, dado que estos componentes cumplen un papel esencial en la dirección, estabilidad y soporte del automotor.



En cuanto a los ejes diferenciales, estos pueden configurarse como tracción posterior, tracción delantera o doble tracción (4x4). La tracción posterior es común en vehículos de transporte de mercancías, ya que ofrece un mayor empuje y mejor rendimiento ante cargas pesadas.

(12) Ruedas

La rueda es el conjunto formado por el neumático y el aro, cuya función principal es girar sobre el eje para permitir el desplazamiento del vehículo de un lugar a otro. Su diseño y condiciones influyen directamente en la estabilidad, maniobrabilidad y seguridad del automotor.

(13) Tipo de caja de transmisión

La caja de transmisión es una autoparte encargada de acoplar el motor con el sistema de transmisión, permitiendo la gestión adecuada de la potencia y el movimiento del vehículo. Además de su función mecánica, constituye un elemento relevante en la identificación vehicular, ya que a menudo pasa desapercibida para los delincuentes durante procesos de adulteración. Una correcta interpretación del VIN o el conocimiento de la versión del vehículo permite determinar el tipo de caja que le corresponde. Cabe señalar que las cajas de transmisión poseen numeraciones propias que facilitan su identificación y verificación técnica.

(14) Equipos de GNC y GLP

Estos equipos, instalados en vehículos automotores, permiten almacenar combustible en forma de gas natural comprimido (GNC) o gas licuado de petróleo (GLP). Cada uno posee un número de serie propio, el cual puede verificarse mediante la boleta o factura de compra, así como en el certificado anual de inspección correspondiente al sistema GLP o GNC. La identificación de estos componentes adquiere relevancia en el ámbito forense, especialmente cuando se busca confirmar la procedencia de un vehículo cuyos números de identificación han sido erradicados o alterados. En estos casos, el número de serie del equipo puede convertirse en un elemento clave para el reconocimiento y trazabilidad del automotor.

iii) Examen de códigos de identificación vehicular

Los números de serie de un vehículo (el VIN, el número de chasis y el número de motor) son códigos únicos que permiten su plena identificación. Por ello, cuando un vehículo usado se ofrece a un precio sospechosamente bajo y presenta registros ilegibles, borrosos u ocultos, es altamente probable que se trate de una unidad clonada o adulterada.

De acuerdo con el Reglamento Nacional de Vehículos, los Códigos de Identificación Vehicular comprenden el VIN, el número de serie y el número de motor. Estos son asignados por el fabricante y constituyen la identidad oficial del automotor desde su producción. Aunque la SUNARP permite el cambio del número de motor por motivos técnicos o de mantenimiento, no autoriza la modificación del VIN ni del número de serie, ya que son elementos estructurales e invariables. Sin embargo, estos códigos pueden ser adulterados, erradicados, regrabados o injertados con el fin de alterar la verdadera identidad del vehículo, motivo por el cual resulta indispensable la pericia y experiencia del especialista para detectar cualquier anomalía.

Arenas (2021) destaca que los vehículos cuentan con diversos números identificatorios diseñados para individualizarlos, siendo el VIN, el más relevante por su carácter único, estructura estandarizada y valor probatorio en los procesos de verificación e identificación.

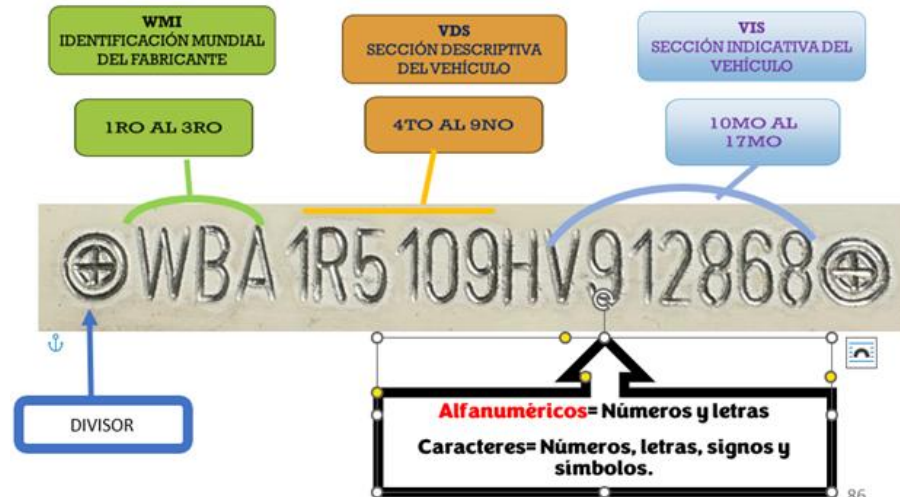


(1) VIN

El VIN (Vehicle Identification Number) o NIV (Número Identificador del Vehículo) es el código asignado por el fabricante para identificar la estructura principal del automotor, que incluye el chasis, la carrocería autoportante, la cabina y la carrocería. Está compuesto por 17 caracteres alfanuméricos y se rige por la norma ISO 3779 y por la Norma Técnica ITINTEC 383.030 del INACAL, las cuales regulan su contenido, estructura y criterios de codificación. Este sistema estandarizado permite una identificación clara y precisa del vehículo y constituye un mecanismo fundamental para prevenir el robo, la falsificación, la manipulación y otras formas de adulteración.

El uso del VIN se oficializó a partir de 1980; antes de esta fecha, cada fabricante empleaba sus propios formatos y criterios para identificar sus vehículos. Asimismo, es importante señalar que las letras I, O y Q no forman parte de la codificación del VIN, a fin de evitar confusiones con los números 1 y 0.

Figura 384
Componentes del VIN



Nota. La imagen evidencia los 17 caracteres alfanuméricos, que se rigen por la norma ISO 3779 y por la Norma Técnica ITINTEC 383.030 del INACAL.

La primera sección del VIN identifica el país donde fue fabricado el vehículo y la empresa responsable de su producción. La segunda sección describe sus atributos físicos y características técnicas principales. La tercera sección, conocida como sección indicativa, se divide en tres partes: el año modelo, la planta de ensamblaje y los seis últimos caracteres correspondientes a la secuencia numérica de producción. Esta estructura permite una identificación estandarizada y confiable del automotor.

Se considera VIN no convencional aquel que, pese a cumplir con los 17 caracteres alfanuméricos, no sigue estrictamente la codificación establecida por las normas ISO; no obstante, continúa funcionando como un identificador oficial asignado por el fabricante.

(2) Número de serie

El número de serie es un conjunto de caracteres o alfanuméricos asignados por el fabricante para identificar un vehículo. A diferencia del VIN, no existen parámetros rígidos que definan su estructura, extensión o distribución interna; cada fabricante determina libremente la cantidad





de caracteres, su orden y las secciones que lo componen. Por lo general, puede tener entre 4 y 16 caracteres y, en muchos casos, incorpora un número de producción que permite otorgarle una identidad única a la unidad.

A pesar de la estandarización internacional del VIN, algunos países continuaron utilizando el número de serie como principal código identificador durante varios años. Un ejemplo relevante es el de los vehículos japoneses importados al Perú con timón reacondicionado, donde el número identificador del chasis corresponde al número de serie. Este se estructura en dos partes: el modelo técnico y la secuencia numérica de producción, elementos que permiten individualizar cada vehículo dentro de su línea de fabricación.

(3) Número de motor

El número de motor está compuesto por una serie de caracteres alfanuméricos que permiten identificar de manera única a la unidad motriz. Este código se divide en dos secciones principales:

(a) Modelo técnico o modelo de motor.

Corresponde al conjunto de caracteres que otorgan una identidad general al motor dentro del catálogo de la marca. Este prefijo es esencial en el mercado de repuestos, ya que una misma marca puede fabricar múltiples modelos de motor. Por ello, al solicitar una pieza, no basta con mencionar la marca: el modelo técnico es el que determina con exactitud la compatibilidad del componente.

(b) Número de producción.

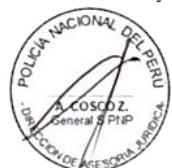
Es asignado por el fabricante de manera correlativa durante el proceso de producción. Esta sección representa el elemento más importante del número de motor, ya que permite individualizar plenamente cada unidad. Mientras el modelo técnico puede repetirse en diversos motores, el número de producción es único para cada uno.

En la mayoría de vehículos mayores, el número de motor está grabado en el monoblock, mientras que en vehículos menores suele ubicarse en el cárter. Esta codificación constituye un elemento clave para la identificación vehicular forense, ya que permite verificar la originalidad y trazabilidad del motor.

(4) Secuencia numérica de producción.

La secuencia numérica de producción es el número correlativo asignado por el fabricante durante la elaboración de cada vehículo y constituye uno de los elementos más importantes dentro de los códigos identificatorios, ya que permite individualizar de manera única a cada unidad. En numerosos modelos, este número se encuentra grabado directamente en la estructura del vehículo o consignado en un sticker, y debe mantener correspondencia con el VIN o con el número de serie registrados en otros elementos de identificación. Esta coherencia es fundamental para verificar la autenticidad del automotor.

En casos de vehículos o autopartes robadas que aún conservan la secuencia numérica —ya sea grabada o en etiqueta— es posible determinar a qué unidad pertenece mediante el sistema ESINPOL, ingresando el número acompañado del símbolo “%” al inicio. Este procedimiento



facilita establecer la procedencia real del componente y contribuye a la recuperación del vehículo.

- iv) Examen de la base soporte donde el fabricante opta por grabar, estampar e imprimir el VIN y/o número de serie.

La base soporte comprende todo elemento capaz de recibir una impresión o grabación mediante un instrumento adecuado. En la actualidad, el término elemento escritor no se limita a lápices o lapiceros, sino que incluye también los sistemas modernos de impresión y marcado, es decir, cualquier medio capaz de plasmar información sobre un soporte. Con relación a ello, Rana (2019) señala que, para la clonación de vehículos, los delincuentes suelen eliminar primero los números identificatorios originales y luego reemplazarlos por códigos pertenecientes a vehículos sin requisitorias ni alertas. Esta adulteración busca evitar la detección policial; sin embargo, los números modificados pueden ser restaurados mediante técnicas periciales especializadas.

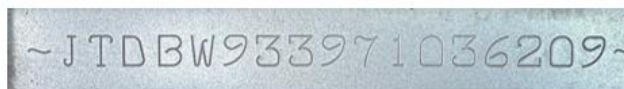
A partir de lo expuesto, el estudio y reconocimiento de la base soporte permiten determinar si un vehículo ha sido manipulado. Por ello, es indispensable conocer los puntos en los que el fabricante graba, estampa o imprime el VIN y/o el número de serie, así como verificar su correspondencia con las características propias del automotor evaluado. Entre los principales elementos en los que el fabricante coloca estos códigos se encuentran:

- (1) El VIN, número de serie, número de producción o vis grabado o estampado en el chasis:

El fabricante suele grabar o estampar el VIN, el número de serie, el VIS o la secuencia de producción en el chasis, debido a que es la parte estructural más resistente del vehículo y, por tanto, menos susceptible a deteriorarse de forma natural. Estos códigos pueden presentarse grabados en disposición vertical, horizontal o en doble fila, según el diseño y los criterios técnicos del fabricante.

Figura 385

Modelos de grabación de códigos



VIN EN UNA FILA



VIN EN DOS FILAS



NÚMERO DE SERIE



Nota. La imagen evidencia algunos modelos de registro de series en vehículos automotores.



- (2) El número de motor grabado o estampado en el monoblock, culata, carter o tapa de balancines

El fabricante suele grabar el número de motor en el monoblock, la culata, el cárter o la tapa de balancines. Sin embargo, el monoblock es la autoparte más utilizada para este fin, debido a su mayor resistencia y durabilidad en comparación con las demás piezas, que pueden ser más susceptibles al desgaste o daño. El número de motor puede encontrarse grabado en disposición horizontal, vertical o en doble fila.

Una característica frecuente es la presencia de un signo o espacio que separa el modelo del motor de la secuencia numérica de producción. En algunos casos particulares, como en los motores Subaru, el modelo del motor aparece en alto relieve mientras que la secuencia de producción se presenta en bajo relieve, y ambos elementos se encuentran claramente diferenciados.

Figura 386

Modelo y secuencia de producción



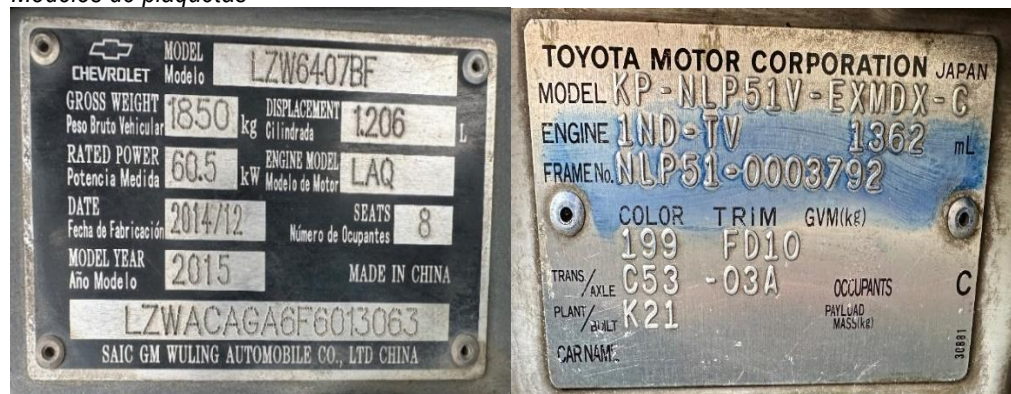
Nota. En la imagen se evidencia la grabación diferenciada del código del modelo de motor (alto relieve) y secuencia de producción (bajo relieve).

- (3) Plaqueta de fabricante

La plaqueta de fabricante es una lámina de acero o aluminio en la que se consignan diversos datos técnicos del vehículo, tales como el código de color, el modelo técnico, el modelo de motor, la planta de ensamblaje y otros elementos que pueden variar según la marca y el modelo. En muchos casos, también incluye el número de serie o el VIN. Esta plaqueta se fija al vehículo mediante remaches originales del fabricante o adhesivos especializados. Cabe señalar que no todos los stickers incorporan el código de color, ya que su inclusión depende de los criterios establecidos por cada fabricante.

Figura 387

Modelos de plaquetas



Nota. En la figura se evidencian modelos de plaquetas que consignan finalmente la información completa de los datos técnicos del vehículo.

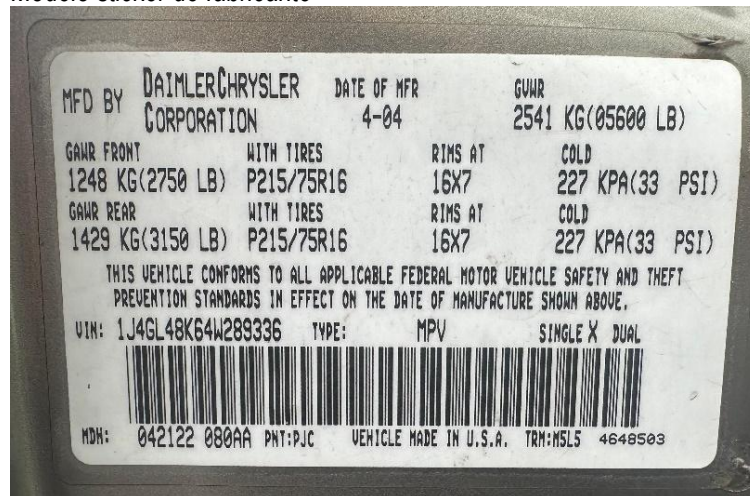


(4) Sticker de fabricante

El sticker de fabricante es una lámina autoadhesiva en la que se consignan diversos datos técnicos del vehículo, como el código de color, el modelo técnico, el modelo de motor, la planta de ensamblaje y otros elementos que pueden variar según la marca y el modelo. En muchos casos, también incluye el número de serie o el VIN, según corresponda. Estas etiquetas son autodestructivas, de modo que, si se intenta retirarlas o volver a adherirlas, no recuperan su estado original, lo que constituye una medida de seguridad contra manipulaciones. Es importante señalar que no todos los stickers incorporan el código de color, pues ello depende de los criterios establecidos por cada fabricante.

Figura 388

Modelo sticker de fabricante



Nota. La imagen muestra características de sticker de fabricante que consignan datos técnicos del vehículo automotor.

(5) VIN público

El VIN público es una lámina de acero, aluminio o material autoadhesivo en la que el fabricante consigna exclusivamente el VIN. Su característica principal es que se encuentra ubicada en un punto visible desde el exterior, sin necesidad de abrir el vehículo. En norteamérica, su uso es obligatorio y originalmente se instalaba como una plaqueta de aluminio fijada al panel de instrumentos mediante remaches metálicos.

En la actualidad, el VIN público puede encontrarse impreso o grabado en distintos tipos de láminas, ya sean stickers autoadhesivos, aluminio o acero, manteniendo siempre su función

de identificación externa. Se considera “público” precisamente porque permite que cualquier persona pueda visualizar el VIN desde el exterior del vehículo. Su ubicación estándar es en la parte inferior del parabrisas, en el lado del conductor.

Figura 389

VIN público



Nota. El VIN público tiene su ubicación estándar en el parabrisas del vehículo automotor.

(6) Plaqueta VIN

Figura 390

Plaqueta VIN.



Nota. Muestra de plaqueta VIN (plancha de acero o aluminio) donde el fabricante consigna solamente VIN y se encuentra en el interior del vehículo.

(7) Sticker VIN

Figura 391

Sticker VIN



Nota. Vista de sticker VIN (lámina autoadhesiva) donde el fabricante consigna solamente VIN. Son auto destructibles y se encuentra en el interior del vehículo.



(8) Sticker VIS

Figura 392

Sticker VIS.



Nota. Sticker VIS (lámina autoadhesiva) donde el fabricante consigna solamente VIS, que son los 8 últimos alfanuméricos del VIN. Son auto destructibles y se encuentra en el interior del vehículo.

(9) VIS grabado en los cristales

Figura 393

VIS grabado en cristales.



Nota. La vista muestra un VIS grabado en el cristal. Es una técnica denominada arenado, donde el fabricante opta por grabar en los vidrios los 8 últimos alfanuméricos del VIN (VIS), los cuales, guardan relación con el VIN que va grabado en el chasis.

(10) Sticker de motor

Figura 394

Sticker de motor



Nota. Sticker de motor (autoadhesivo) donde el fabricante consigna el número de motor, por lo general este va adherido a la tapa de balancines o culata, viene acompañado con el número que va grabado en el monoblock y ambos identifican el motor.



(11) Plaqueta de motor

Figura 395

Plaqueta de motor.

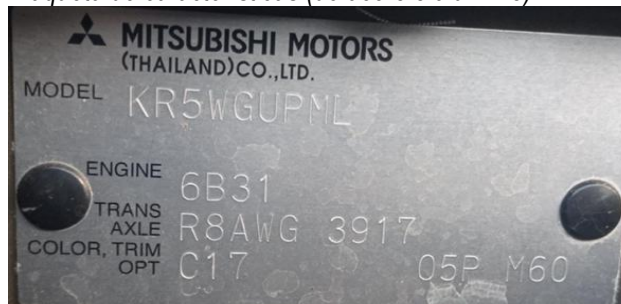


Nota. La plaqueta de motor puede ser de aluminio o acero, donde el fabricante consiga el número de motor. Estas en su mayoría van remachadas al monoblock.

(12) Plaqueta de características

Figura 396

Plaqueta de características (de acero o aluminio).



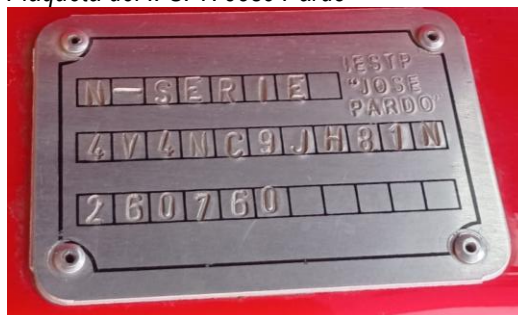
Nota. Plaqueta de características, donde el fabricante consigna solo datos técnicos como el código de color, modelo técnico, modelo de motor, planta de ensamblaje y otros (estos datos que consigna al fabricante pueden variar de acuerdo con la marca y modelo). Aquí no se consigna el VIN o número de serie.

(13) Plaqueta del Instituto Superior Técnico JOSÉ PARDO

Esta plaqueta es emitida por el I.S.T. José Pardo luego de la Constancia de Identificación Vehicular expedida por la DIROVE. Estas plaquetas se otorgan únicamente en casos de reposición, cuando los números identificatorios originales han sufrido daños, y su emisión responde a un acuerdo institucional entre la DIPROVE-PNP y el I.S.T. José Pardo.

Figura 397

Plaqueta del I. S. T. José Pardo



Nota. Esta plaqueta queda respaldada para su validez, a través de una constancia de grabación emitida por el propio instituto.



(14) Números confidenciales

Se denomina números confidenciales a aquellos caracteres alfanuméricos que guardan correspondencia directa con los códigos identificatorios principales del vehículo —como el VIN, el número de serie y el número de motor— y que pueden constituir una referencia clave para determinar la verdadera identidad del automotor cuando estos códigos han sido eliminados o adulterados. Por ello, resulta fundamental examinar previamente un vehículo en estado original, ya que conocer su distribución, ubicación y características permite reconocer con mayor facilidad las anomalías presentes en unidades que han sido manipuladas de manera ilícita.

Figura 398

Números confidenciales



Nota. Número confidencial relacionado al número de producción del VIN, viene en un lugar oculto y es difícil de descifrar por cualquiera, ya que, en algunas ocasiones viene acompañado de otros números y letras.

v) Examen de base soporte libre de grabación

Se denomina motor libre de grabación a aquel cuyo campo numérico mantiene intactas las líneas o marcas de seguridad originales del fabricante. También se le conoce como campo numérico virgen, ya que no presenta inscripción alguna y suele encontrarse en bloques de motor de repuesto.

Si durante la inspección se advierte que el campo numérico ha sido limado o presenta señales de desgaste artificial, ello indica que previamente tuvo un número de motor que fue erradicado. En ese caso, el campo ya no puede considerarse libre de grabación, sino que corresponde a un campo suprimido o adulterado.

Figura 399
Soporte libre de grabación



Nota. Carter con la base soporte libre de grabación.

- vi) Vehículos con los códigos de identificación vehicular erradicados o suprimidos.

Castro (2003 citado en Laj 2014), señala que esta técnica consiste, por lo general, en utilizar abrasivos para dejar una superficie sin grabación.

Figura 400
Erradicación de códigos de identificación vehicular



Nota. En la imagen se observa vestigios de limado o rebajamiento en la zona alterada, especialmente en aquellos puntos del vehículo destinados a la identificación.

Los delincuentes suelen erradicar o suprimir los códigos de identificación vehicular con el propósito de ocultar la verdadera identidad del automotor. Al examinar la base soporte, es posible advertir desniveles, marcas o vestigios característicos de este procedimiento, los cuales revelan que la superficie ha sido intervenida de manera ilícita.



vii) Vehículos con los códigos de identificación vehicular injertados:

La injertación ocurre cuando el número identificador original ha sido erradicado y, en su lugar, se inserta otro código mediante puntos de soldadura. Este nuevo número suplanta al original y altera la identidad real del vehículo. En términos simples, suplantar implica sustituir un elemento por otro de manera fraudulenta para ocultar su origen auténtico. En esta línea, Sánchez (2021) señala que la falsedad genérica vinculada a la suplantación de identidad vehicular tiene como propósito afectar o desconocer el derecho de propiedad del titular legítimo.

La finalidad de la injertación es que el código adulterado reemplace al identificador original, permitiendo que el vehículo vuelva a circular con una identidad distinta, lo que dificulta su rastreo y favorece su reutilización dentro de actividades ilícitas.

Figura 401

Injertación de códigos de identificación vehicular.



VIN injertado mediante soldadura TIG

Nota. El injerto de los códigos identificatorios del vehículo se realiza mediante soldadura, la cual, sirve de fuente de unión entre el chasis y la base soporte.

viii) Vehículos con los códigos de identificación vehicular de grabación no original del fabricante

Castro (2003 citado en Laj, 2014), señala que “esta operación se realiza sobre la superficie de los dígitos originales. La dimensión, morfología, alineación, espaciamiento y profundidad de la grabación pueden asemejarse a la original de fábrica” (p. 57).

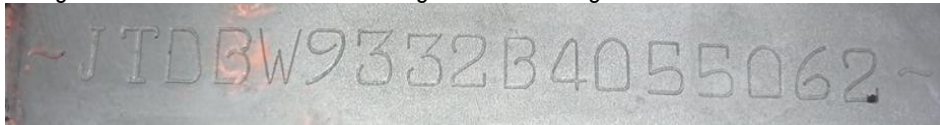
Esta práctica, conocida también como grabación apócrifa, busca imitar la apariencia del marcado original, aunque nunca llega a reproducirlo de manera exacta, pues no ha sido realizada por el fabricante. Su propósito es otorgar una nueva identidad al vehículo.

Por lo general, este tipo de grabación se ejecuta sobre la base soporte donde previamente se erradicaron los números identificatorios, procedimiento al que se denomina regrabado. Cuando la grabación se realiza en una ubicación distinta a la original, se considera simplemente como una grabación no original del fabricante, la cual constituye igualmente un indicio de adulteración y debe ser detectada durante la inspección pericial.



Figura 402

Códigos de identificación vehicular de grabación no original del fabricante



VIN de grabación NO original de la marca Toyota



VIN de grabación original de la marca Toyota

Nota. En la imagen se visualiza el comparativo de grabación original y no original de código de identificación vehicular.

Esta acción es ejecutada por delincuentes con el propósito de ocultar la identidad original del vehículo y reemplazarla por un código identificador aparentemente “limpio”; es decir, sin antecedentes ni registros negativos. Sin embargo, dicho código no es auténtico, ya que no proviene del fabricante y constituye una adulteración destinada a encubrir el origen real del automotor.

- ix) Vehículos con los códigos de identificación vehicular de grabación o estampado artesanal
- x) Vehículos con los códigos de identificación adulterada

Castro (2003 citado por Laj, 2014), explica que esta técnica “consiste en una transformación sobre los dígitos originales”. En la práctica, suelen quedar vestigios fácilmente observables, ya que quien altera los códigos procura modificar los caracteres regrabándolos para que parezcan compatibles entre sí. Por ejemplo, un número 3 puede transformarse en un 8, un 1 en un 4, o un 9 en un 0, y viceversa. Existen también casos más sofisticados donde se intenta convertir símbolos aparentemente incompatibles, como transformar un 5 en un 8 o un 2 en un 8.

Figura 403

Adulteración de códigos de identificación vehicular



Nota. Este tipo de alteraciones es poco frecuente y suele estar asociado a falsificadores con mayor habilidad técnica.

- c) Modalidades de blanqueo de vehículos

- i) Vehículo clonado

Consiste en elaborar copias idénticas o muy similares de un objeto; en el ámbito vehicular, este proceso se conoce como clonación. Nicho (2023) señala que, para considerar a un vehículo como clonado, no basta con replicar su matrícula; es necesario también que sus códigos identificatorios, como el VIN, el número de serie o el número de motor, hayan sido copiados fielmente de una unidad legítima. Para detectar este tipo de fraude, resulta fundamental que el policía cuente con la capacitación adecuada y actúe con seguridad al momento de la intervención.



Figura 404*Vehículo clonado*

Nota. La clonación ocurre cuando se reproduce un vehículo con las mismas características físicas y con números identificatorios que imitan los del vehículo original.

ii) Vehículo con la identidad suplantada

Nicho (2023) sostiene que el robo de vehículos se encuentra estrechamente vinculado a la suplantación de identidad, motivo por el cual ha surgido la preocupación de tipificar penalmente esta conducta como una fase posterior al hurto o robo del automotor. Por su parte, Sánchez (2021) describe nuevas modalidades de suplantación de identidad vehicular, particularmente la denominada clonación.

En esta variante, organizaciones delictivas adquieren vehículos de alta gama siniestrados a precios muy bajos y, de manera paralela, sustraen unidades con características similares. Posteriormente, asignan la placa del vehículo siniestrado al vehículo robado, con el propósito de comercializarlo a valores elevados dentro del mercado automotor.

En este contexto, la suplantación de identidad vehicular consiste en colocar un código de identificación injertado o una grabación no original para otorgar al vehículo una identidad distinta de la auténtica. Esta adulteración puede ser detectada por peritos forenses mediante técnicas físicas y químicas de identificación vehicular, las cuales permiten demostrar de manera incontrovertible la existencia de manipulación criminal.

iii) Vehículo plaqueado

Nicho (2023) señala que un vehículo puede presentar una placa de rodaje y documentación aparentemente legítimas, pero no corresponderle en realidad, debido a que sus números identificatorios han sido suplantados. También puede ocurrir el caso inverso: mantener sus códigos originales de fábrica, pero portar una placa que no le pertenece.

Un vehículo plaqueado es aquel que conserva íntegramente sus códigos de identificación vehicular, pero circula con una placa instalada que no le corresponde. Esta práctica es común entre delincuentes que utilizan el vehículo para cometer hechos ilícitos, aprovechando la discrepancia entre la placa y la identidad real del automotor.



d) Exámenes de identificación de autopartes de vehículo automotor:

i) Autopartes

Una autoparte es la pieza —o conjunto de piezas— que están comprendidas en el armado de un automóvil y que, además, puede comercializarse de manera independiente. En términos prácticos, constituye cualquier componente instalado en el vehículo desde fábrica y que, con el tiempo y el uso, puede requerir reemplazo.

Es importante señalar que los fabricantes suelen incorporar en las autopartes ciertos códigos de identificación vehicular o, en su defecto, la secuencia numérica de producción. Esta medida contribuye a la trazabilidad e identificación del vehículo, especialmente considerando que muchos automóviles robados son desmantelados y comercializados en partes. La presencia de estos códigos facilita determinar la procedencia de cada autoparte y verificar si pertenece realmente al vehículo examinado.

Cuando una autoparte carece de códigos o presenta características dudosas, el perito puede establecer si se trata de un componente usado y original, o si corresponde a un repuesto nuevo ya sea alternativo u original, lo que resulta fundamental para esclarecer la autenticidad y el origen de la unidad vehicular.

ii) Accesorios

Se considera al tipo de pieza que interviene como decoración en el armado de un vehículo el cual no es indispensable para su funcionamiento o que depende de lo principal o se le une por accidente.

e) Uso de aplicativos y páginas web que coadyuven a la Identificación vehicular

En la actualidad, el desarrollo de la inteligencia artificial y el avance de la tecnología permiten utilizar aplicaciones y plataformas web como herramientas de apoyo en la identificación vehicular. Durante el peritaje, resulta fundamental contrastar la información del vehículo con bases de datos oficiales como SUNARP, AAP, DUA, SIRDIC, ESINPOL, entre otras. Este cruce de información amplía el panorama del perito, fortalece su análisis y le brinda una visión más completa al momento de examinar la muestra vehicular.

En la actualidad se utiliza en la identificación vehicular se utiliza el método del porcentaje que consiste en ingresar al sistema policial ESINPOL (fuente donde que te brinda información cuando el vehículo esta solicitado por robo, hurto, judicial y otros) el número de producción de los Códigos de identificación vehicular que han sido restaurados parcialmente, colocando en el alfanumérico que no restauro un porcentaje o más, también se aplica, cuando en el vehículo solo se encuentra el VIS o la secuencia numérica de producción de los códigos de identificación vehicular, donde delante de ellos se coloca un porcentaje, y si registra orden de captura y/o orden de búsqueda vigente saldrá en el sistema

f) Uso de dispositivos electrónicos que coadyuven a la Identificación vehicular

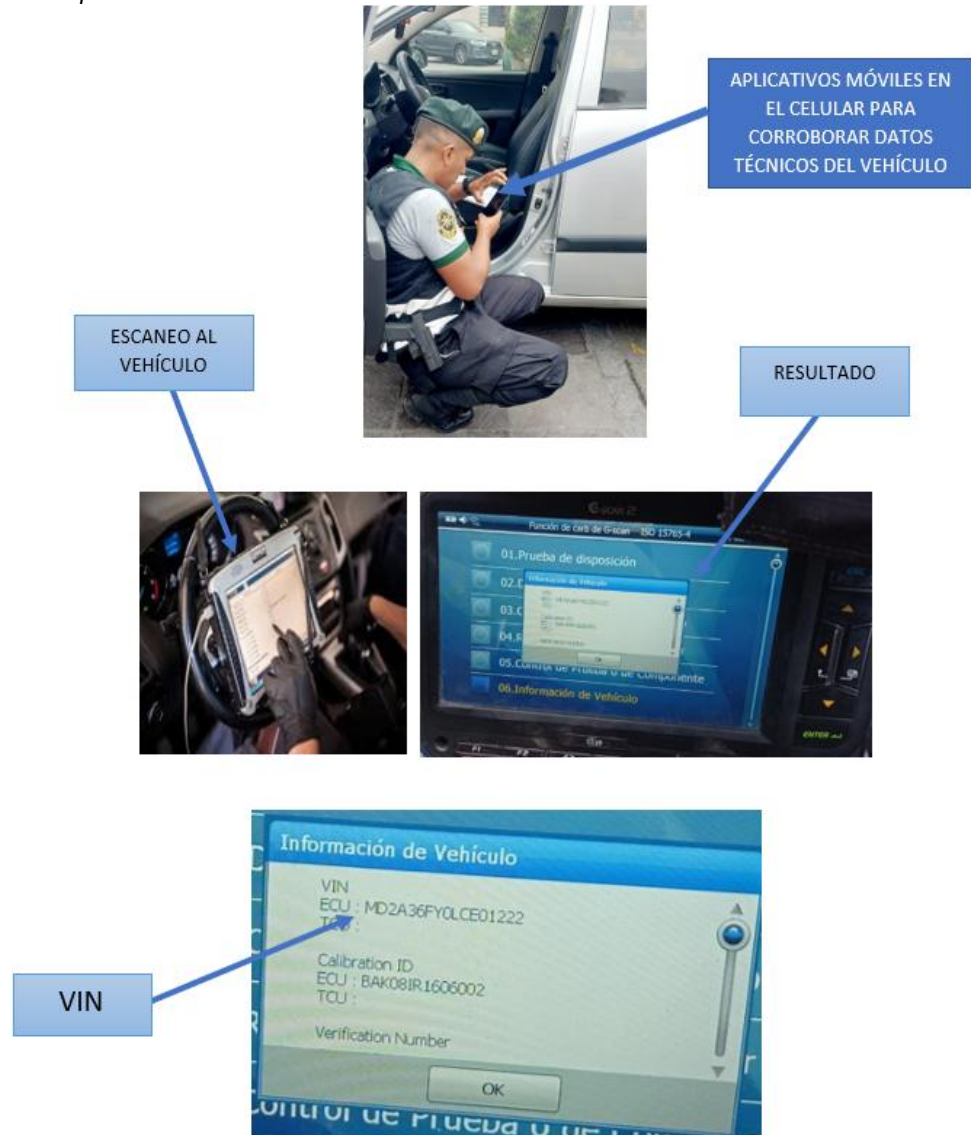
Aguilar y Leguizamón (2019) señalan que suplantar la identidad de un vehículo puede resultar tan sencillo como reemplazar la placa de rodaje, razón por la cual es indispensable implementar herramientas tecnológicas que permitan un mejor control sin depender exclusivamente de la revisión física de documentos. Actualmente, los peritos forenses en identificación vehicular emplean el escáner automotriz, un dispositivo capaz de leer el VIN registrado en el módulo de control electrónico (ECU). Es importante precisar que este equipo únicamente identifica la información del propio módulo y no del vehículo en su totalidad. Por ello, para determinar si el VIN leído electrónicamente corresponde



realmente al vehículo examinado, es necesario realizar un estudio integral y detallado de sus características físicas y códigos de identificación.

Figura 405

Uso de dispositivos electrónicos en la identificación vehicular forense



Nota. Los peritos forenses en identificación vehicular emplean un escáner automotriz, un dispositivo capaz de leer el VIN registrado en el módulo de control electrónico (ECU).

g) Homologación de la muestra de estudio

Es importante considerar que, para homologar correctamente la muestra de un vehículo, esta debe corresponder al mismo año de fabricación, planta de ensamblaje, modelo y marca. Esto se debe a que la morfología de los caracteres y alfanuméricos puede variar según el año o lugar de producción. Cada fabricante otorga particularidades específicas a los divisores y caracteres que conforman el VIN o el número de serie grabado en el chasis, cabina, carrocería, plaqueta de fabricante, VIN público o stickers identificatorios. Del mismo modo, se aplican criterios propios a los alfanuméricos y divisores grabados en el motor. Estas diferencias son esenciales para realizar comparaciones fiables durante el proceso de homologación vehicular.

Figura 406
Homologación de la muestra de estudio



Nota. Se evidencian muestras de estudios de códigos de identificación de vehículos del mismo año de fabricación.

i) La muestra de estudio

La muestra de estudio corresponde al vehículo o autoparte involucrada en un hecho ilícito. Su adecuada identificación requiere la intervención de un especialista capaz de determinar, mediante análisis técnico, si el elemento.

Valor criminalístico

El análisis forense de un vehículo y de sus autopartes permite obtener evidencia esencial para establecer la verdadera identidad del automotor, empleando métodos que van desde la identificación física y electrónica hasta técnicas especializadas como el revenido químico. Mediante estos procedimientos es posible determinar si un vehículo es robado, de contrabando o si ha participado en un hecho delictivo.

La pericia del especialista resulta determinante, ya que, aunque a simple vista los códigos de identificación y las placas puedan parecer coherentes, solo un análisis técnico permite establecer si estos son originales, falsificados, adulterados o presentan cualquier otra anomalía. Por esta razón, la identificación vehicular forense constituye una herramienta fundamental para la administración de justicia y para el combate eficaz contra la criminalidad.





3.2.11. Imagen y video forense¹³

1) Historia

De acuerdo a Wired (2002), los orígenes del video forense se remontan a la era del video analógico, cuando el análisis se enfocaba en mejorar grabaciones en cintas VHS. Mediante técnicas como la reducción de ruido, la estabilización de imagen y el estudio cuadro por cuadro, fue posible transformar imágenes granuladas en evidencias más claras y útiles para las investigaciones criminales. Un ejemplo de su importancia se evidenció tras los atentados del 11 de septiembre, donde estas herramientas fueron clave en la obtención de información. Asimismo, precisa que de los casos pioneros y tecnologías emergentes, uno de los hitos más relevantes ocurrió en el año 2002 con el caso judicial de Michael Serge, en el cual se presentó una reconstrucción animada de los hechos como prueba visual, marcando un precedente en el uso de animaciones forenses dentro de los tribunales.

En esa misma línea, Cognitech (2025) precisa que, con la llegada de la era digital, el análisis forense de video dio un salto significativo. La transición hacia formatos digitales aportó mayor resolución, eficiencia en el almacenamiento y rapidez en los procesos de análisis. Sin embargo, también trajo consigo nuevos desafíos, como la necesidad de autenticar archivos, revisar metadatos y detectar posibles alteraciones.

También SalvationData (2025), señala que la especialidad de video forense ha avanzado hacia la adopción de inteligencia artificial y herramientas modernas, que permiten no solo mejorar la calidad de grabaciones, sino también extraer y analizar metadatos, revisar códecs, estabilizar secuencias y detectar manipulaciones de manera precisa. El desarrollo de software especializado ha convertido al video forense en una disciplina cada vez más robusta y confiable.

En la actualidad otro de los nuevos desafíos en la era de la desinformación mediante el uso de tecnologías de la inteligencia artificial, como es los deepfakes y otras técnicas de manipulación multimedia altamente realistas, se ha hecho indispensable reforzar los mecanismos de verificación de autenticidad.

2) Definición

La Asociación Española de Imagen y Científica Forense (2024), lo define como la disciplina que aplica conocimientos científicos y técnicos para examinar y estudiar evidencia fotográfica y de video de manera digital. Su labor consiste en interpretar y establecer el origen y la autoría de una imagen o video, verificar la relación entre esta y la cámara que la captó, y determinar su autenticidad, asegurando que no haya sido manipulada y, en consecuencia, garantizando su valor como prueba. De acuerdo a Indalic (2025), precisa que es la rama de la ciencia forense digital que se encarga del análisis y verificación de la autenticidad de videos digitales, garantizando su integridad y valor probatorio en procesos judiciales. Dado que los videos pueden ser manipulados o alterados, el análisis forense incluye el estudio de la imagen, el sonido y los metadatos, con el fin de detectar posibles fraudes, falsificaciones o ediciones, como en el caso de los *deep fakes*.

El Video Análisis Forense comprende el examen científico, la comparación y/o evaluación de videos en el ámbito legal (Videoimagenforense, 2025). Emplea técnicas y herramientas especializadas orientadas al análisis de imágenes y videos, realizando evaluaciones tales como la verificación de integridad y autenticidad de los archivos multimedia, así como el procesamiento de imágenes para la identificación o reconocimiento de objetos, personas o hechos relacionados con presuntos actos delictivos. Asimismo, se

¹³ Redactado por: May. S. PNP Shirley Stana Poma Gonzales y S2 PNP Nadia Miluska Herrera Peralta



efectúan otros análisis de interés criminalístico aplicables a videogramas o fotogramas que puedan constituir elementos de evidencia.

a) Manuales, guías internacionales

- i) Grupo de Trabajo Científico sobre Tecnología de Imágenes (SWGIT), sección 23 Mejores prácticas para el análisis de video digital.

Proporciona la orientación sobre las prácticas adecuadas para la recuperación de evidencia de video/audio y sus metadatos asociados (denominados en este documento "datos") de sistemas de Circuito Cerrado de Televisión Digital (CCTV) que graban en una grabadora de video digital (DVR). En este documento se aborda específicamente la grabadora de video digital (DVR) que se han apagado o retirado del lugar de los hechos.

- ii) La Red Europea de Institutos de Ciencias Forenses (ENFSI), Manual para el procesamiento de imagen y video forense.

Este manual de buenas prácticas tiene como propósito establecer un marco de referencia que integre procedimientos, principios de calidad, procesos de capacitación y metodologías orientadas al análisis forense de evidencias digitales, específicamente en el ámbito de la mejora de imágenes y videos forenses (FIVE). Su finalidad es garantizar resultados confiables, optimizar la calidad de la información obtenida y asegurar la solidez de la evidencia producida durante el proceso pericial.

- iii) Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM): E3016-18 Guía estándar para establecer la confianza en los resultados forenses de evidencia digital y multimedia mediante análisis de mitigación de errores:

Esta guía proporciona un proceso para reconocer y describir los errores y las limitaciones asociados con las aplicaciones especializadas, técnicas y procesos utilizados en el análisis forense de evidencia digital y multimedia.

- iv) Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM): E2825-21 Guía estándar para el procesamiento forense de imágenes digitales

Esta guía proporciona pautas de procesamiento de imágenes digitales para garantizar la producción de imágenes forenses de calidad para su uso como evidencia en un tribunal de justicia.

3) Base teórica

a) Fundamentos de la imagen y el video

- i) Naturaleza de la imagen digital

De acuerdo a Rafael (2018) la naturaleza de una imagen digital se fundamenta en su carácter de representación numérica de la realidad. Una imagen no es más que una matriz de unidades discretas denominadas píxeles, donde cada una almacena información codificada en valores binarios que representan atributos como la intensidad y el color. A diferencia de las imágenes analógicas, que son continuas, la imagen digital es discreta tanto en el espacio como en la amplitud, lo que permite su almacenamiento, procesamiento y transmisión en sistemas computacionales.

Sobre esta base, los fundamentos de la imagen digital se relacionan con aspectos como la resolución espacial (cantidad de píxeles que definen el detalle), la resolución tonal o de color



(profundidad de bits que determina la gama cromática), y las transformaciones matemáticas que posibilitan operaciones como la compresión, el filtrado y la restauración. Cuando estas imágenes se suceden en el tiempo a una determinada frecuencia, se origina el video digital, cuya naturaleza se entiende como una secuencia de imágenes estáticas (frames) que, proyectadas a velocidad constante, generan la percepción de movimiento. Los fundamentos del video digital incorporan, además de los propios de la imagen fija, parámetros temporales como la frecuencia de cuadros (fps), la resolución temporal, y los métodos de codificación y compresión diseñados para optimizar almacenamiento y transmisión sin degradar significativamente la calidad percibida.

De este modo, tanto la imagen como el video digitales constituyen evidencias o elementos de información cuya base es matemática y binaria, lo que garantiza su reproducibilidad, manipulación y análisis dentro de los distintos ámbitos de la informática, las comunicaciones y, en particular, la informática forense.

A continuación, se detalla cada uno de los elementos que forman una imagen.

(1) Píxel

De acuerdo a Fisher (1997), el píxel es una unidad fundamental en las imágenes obtenidas por teledetección y en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ráster. Aunque se utiliza comúnmente como una representación espacial, el píxel es en realidad una celda de la cuadrícula y no un verdadero objeto geográfico. La integración de la teledetección y los SIG solo avanzará si se desarrollan métodos que aborden las limitaciones conceptuales del píxel como entidad espacial, dejando de considerarlo como un objeto geográfico verdadero. Se destacan áreas de investigación como el modelado de mezclas, la geoestadística y la clasificación difusa para mejorar su conceptualización.

(2) Resolución espacial

De acuerdo a Puell Marín (2020) la resolución espacial es la capacidad del sistema visual para detectar, reconocer o resolver detalles espaciales mínimos. Este concepto se refiere al umbral de resolución espacial, definido como el mínimo ángulo de resolución, el cual es el ángulo más pequeño en el que se pueden distinguir dos puntos o líneas separadas. La calidad de la imagen formada en la retina, la anatomía y fisiología del ojo, así como factores como la luminancia, el contraste y el tipo de estímulos, son elementos clave que afectan la resolución espacial.

(3) Profundidad de color

De acuerdo con (Carrera, 2025), el concepto de "profundidad de color" hace referencia a la cantidad de información que un sistema de captura de imágenes puede utilizar la profundidad de color se refiere a la cantidad de información que un sistema de captura de imágenes emplea para definir o representar el color de cada píxel dentro de una imagen digital. Este parámetro es fundamental en el análisis de imágenes y videos, ya que una mayor profundidad de color permite una representación más precisa de los detalles visuales. En el contexto del reconocimiento de actividades, la profundidad de color se combina con la información de profundidad para mejorar la precisión de la segmentación y el análisis de las escenas. Gracias a esta mayor precisión, los sistemas pueden manejar mejores factores como la iluminación variable o las oclusiones, mejorando la robustez y fiabilidad del reconocimiento.

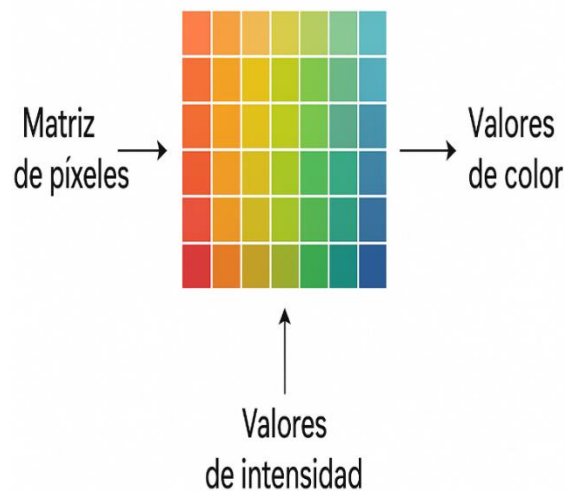


ii) Formación de un video

Son una secuencia de imágenes (fotogramas) en movimiento.

De acuerdo a Gonzales (2016), se refiere a un conjunto de imágenes consecutivas capturadas en intervalos de tiempo pequeños, cuyo análisis permite detectar el movimiento en una escena. Este proceso se basa en la variación de los niveles de intensidad entre los fotogramas consecutivos, utilizando el flujo óptico para estimar la dirección y magnitud del movimiento. Este enfoque es esencial en aplicaciones como la videovigilancia y el seguimiento de objetos en tiempo real.

Figura 407
Fundamentos de una imagen



Nota. En la figura se observa los fundamentos de una imagen.

iii) Parámetros básicos

(1) Fotograma o frame

Un fotograma o *frame* es cada una de las imágenes que forman un vídeo. Se expresan con las siglas fps y en hercios (Hz).

- (a) Velocidad de fotogramas: es el número de fotogramas por segundo de un video es lo que llamamos velocidad de fotogramas. También conocido como *framerate*, es la velocidad a la cual un dispositivo muestra imágenes o fotogramas. La exposición y sucesión de estas imágenes da como resultado el vídeo.
- (b) Tasa de bits: para la empresa Wondershare (2025), es la cantidad de bits transmitidos. Esto incluye directamente en el tamaño y la calidad de los archivos de audio y video, ya que, a mayor símbolo de bits, mayor será la calidad del contenido, pero también aumentará el tamaño del archivo, dado que este se calcula el producto de la velocidad de bits (kilobits por segundo) por la duración del material. Un bit se considera la unidad mínima de información digital en un sistema informático, mientras que la velocidad de bits hace la referencia a la cantidad de bits que se transfieren por segundo hacia un medio o dispositivo de salida. En la mayoría de los casos, 1 byte por segundo (1 B/s) corresponde a 8 bit/s.
- (c) Relación de aspecto: se trata de la proporción entre la anchura y altura de una imagen o secuencia de vídeo.



- (d) Resolución: la resolución de video define el nivel de detalle visual que posee una imagen en movimiento, determinando su grado de nitidez y realismo. Se expresa en función del número de píxeles presentes dentro de una relación de aspecto estándar de 16:9, comúnmente utilizada en pantallas de televisión y monitores de computadora. En este sentido, una mayor cantidad de píxeles implica una resolución superior, mientras que una menor cantidad se traduce en una resolución más baja.

(2) Formatos de compresión

- (a) MPEG (2025): es un grupo de expertos que desarrolla estándares para la compresión de audio y video. Su trabajo ha dado lugar a una serie de códecs y formatos, incluyendo MPEG-1, MPEG-2 y MPEG-4, que son ampliamente utilizados en la transmisión de contenido multimedia y almacenamiento.
- (b) H.264 (2025): también conocido como AVC (Advanced Video Coding), es un códec de compresión de video que ofrece una alta eficiencia de compresión y una excelente calidad de video. Es ampliamente utilizado en plataformas de *streaming* y dispositivos multimedia debido a su balance entre calidad y tamaño de archivo.
- (c) H.265 (2025): es el sucesor de H.264 y ofrece el doble de compresión con la misma calidad de video. Es ideal para la transmisión de video en alta definición (4K y 8K), pero requiere mayor potencia de procesamiento y hardware compatible para decodificarlo.
- (d) AVI (2025): es un formato contenedor de video desarrollado por Microsoft que combina audio y video en un solo archivo. Aunque es compatible con muchas plataformas y reproductores, los archivos AVI suelen ser más grandes en tamaño y menos eficientes en comparación con otros formatos modernos como MP4.
- (e) MP4 (2025): es un formato contenedor que es compatible con una variedad de códecs de audio y video, como H.264 y AAC. Es ampliamente utilizado para la transmisión y almacenamiento de contenido multimedia debido a su alta eficiencia en la compresión y su capacidad a diversos dispositivos y entornos digitales.
- (f) MOV (2025): es un formato de archivo contenedor creado por Apple, diseñado para el almacenamiento de audio, video y otros medios. Se utiliza principalmente en el software QuickTime de Apple, pero también es compatible con otros reproductores. Es similar a MP4, pero más común en dispositivos y plataformas Apple.

b) Sistemas de grabación de video

i) Sistemas de videovigilancia

(1) VHS y cámaras analógicas

Los sistemas de CCTV (2013) analógicos antiguos utilizaban cámaras de video conectadas por cables coaxiales, con grabación en cintas VHS: esta tecnología tenía limitaciones como la baja calidad de imagen y el deterioro de las cintas por factores como humedad o temperatura. Además, requerían un almacenamiento físico para las cintas y mantenimiento regular.



(2) DVR (Digital Video Recorder)

En lugar de usar cintas VHS, los sistemas DVR digitalizan la señal de las cámaras analógicas y almacenan los videos en discos duros. Los DVR permiten una mejor gestión y acceso a las grabaciones, ofreciendo ventajas como la posibilidad de buscar y exportar videos fácilmente, aunque aún dependen de señales analógicas (2013).

(3) NVR (Network Video Recorder)

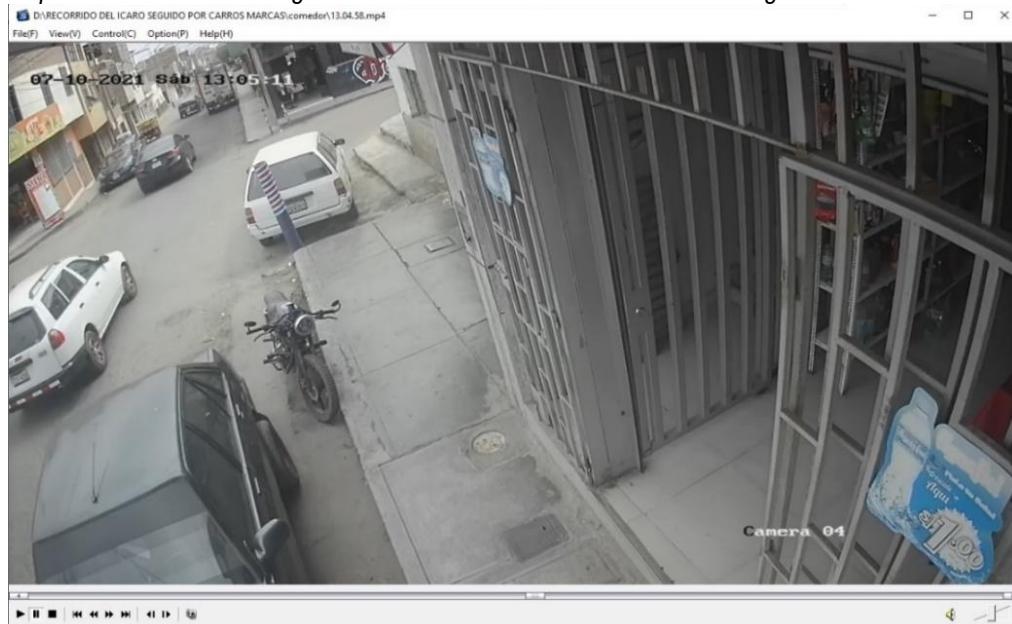
Un NVR se utiliza en sistemas de cámaras IP, donde las cámaras conectadas a una red transmiten video digital a través de TCP/IP. Estos sistemas permiten grabar y gestionar las imágenes en formato digital sin necesidad de convertir señales analógicas, y son más escalables y flexibles que los DVR (2013).

(4) IP (Internet Protocol) (2013)

Las cámaras IP transmiten video de alta calidad y resolución a través de una red IP (LAN, WAN), lo que elimina la necesidad de cables coaxiales. Estas cámaras pueden ofrecer resoluciones superiores a 10 MP y son más eficientes en cuanto a la flexibilidad y la escalabilidad del sistema, con la ventaja de ser alimentadas a través del mismo cable de red (PoE).

Figura 408

Representación de un fotograma de una cámara de sistema de videovigilancia.



Nota. Se observa una imagen estática de un archivo de video producido por un sistema de videovigilancia

ii) Dispositivos de captura

- (1) Cámaras de vigilancia (CCTV) (2011): sistema de videovigilancia utilizado para monitorear, grabar y almacenar imágenes con fines de seguridad. Puede consistir en cámaras fijas simples o sistemas más avanzados con seguimiento de movimiento, capacidades infrarrojas y grabación en alta definición. Los sistemas CCTV suelen incluir monitores, grabadores de video y una red de transmisión.

- (2) Cámaras IP (2011): cámaras digitales que transmiten video a través de una red IP, lo que permite la visualización remota y el control. Ofrecen ventajas sobre los sistemas analógicos, como mayor escalabilidad, costos más bajos y la posibilidad de acceder a las grabaciones a través de internet. Son altamente flexibles en cuanto a ubicación y configuración.
- (3) Cámaras corporales (Bodycams): cámaras portátiles que generalmente usan los oficiales de seguridad o fuerzas del orden. Graban imágenes en tiempo real y se utilizan para documentar interacciones y aumentar la transparencia durante los incidentes (2011).
- (4) Teléfonos móviles: los teléfonos inteligentes modernos vienen equipados con cámaras capaces de grabar video de alta calidad, lo que puede usarse para fines de videovigilancia o seguridad. También permiten el acceso remoto a sistemas de vigilancia a través de aplicaciones o plataformas web (2011).
- (5) Lapicero grabador (Pen recorder): un dispositivo de grabación pequeño y discreto con forma de bolígrafo, utilizado para videovigilancia encubierta. Estos dispositivos suelen grabar video o audio y pueden esconderse fácilmente o llevarse consigo para fines de seguridad personal o investigaciones (2011).

Figura 409

Identificación de algunos dispositivos de captura de imagen y video



Nota. Muestra un DVR, un lapicero grabador, un cámara de video usados como medio de captura.

iii) Almacenamiento

Como es el proceso de almacenamiento de discos duros en los sistemas de video vigilancia (2012):

(1) DVR/NVR

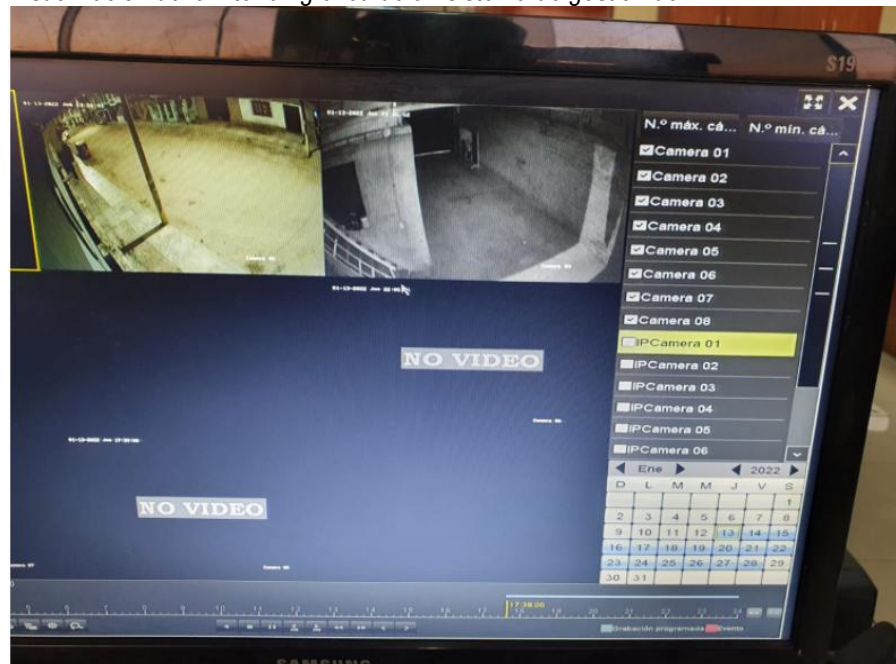
- (a) Almacenamiento: el video grabado por cámaras de seguridad es almacenado en discos duros dentro de sistemas DVR o NVR. El video generalmente se guarda en un formato comprimido (por ejemplo, MPEG-4, H.264).
- (b) Manejo: el sistema operativo gestiona la asignación de espacio en el disco y la organización de los archivos para garantizar la integridad del video grabado. También se asegura de que el video sea accesible cuando sea necesario para su reproducción o análisis.



- (c) Sistema de archivos: los discos son formateados y gestionados mediante sistemas de archivos como NTFS o EXT3, dependiendo del dispositivo y la capacidad del disco
- (d) Tarjetas SD: almacenamiento: cuando el video es grabado en dispositivos móviles o cámaras, generalmente se utiliza una tarjeta SD para su almacenamiento. En este caso, el video se guarda en una carpeta dedicada que puede ser *DroidMediaVideo*, por ejemplo, dependiendo del módulo del dispositivo.
- (e) Nombres de archivos: el sistema asigna nombres de archivos basados en la fecha y hora en que se graba el video. Ejemplo: VyyyyMMdd_HHmss.mp4.
- (f) Proceso de grabación: el video se graba en formato MPEG4 o un formato compatible. La memoria externa (tarjeta SD) debe estar disponible para guardar los archivos. La aplicación también gestiona el tamaño y la calidad del archivo (baja o alta resolución) en función de la capacidad de la tarjeta.
- (g) Almacenamiento en la nube.
- (h) Almacenamiento: el video se genera y almacena en el dispositivo (ya sea en el disco duro, tarjeta SD o memoria interna) y, posteriormente, se puede transferir a servidores en la nube (como a través de correo electrónico o redes sociales).
- (i) Proceso de transferencia: después de generar el video, el sistema le permite al usuario transferir el archivo a servicios de almacenamiento en la nube, como Google Drive o Dropbox, para su respaldo o compartición.

Figura 410

Visualización de la interfaz gráfica de un sistema de gestión de DVR



Nota. Despliegue del software de gestión de un sistema de video vigilancia.

iv) Procesamiento digital de video (DSP)

- (1) Digitalización y codificación: es el muestreo temporal, compresión con pérdida y sin pérdida.

- (2) Mejoramiento de imágenes: entre ellas la reducción de ruido, aumento de contraste, estabilización de video, corrección de color.
- (3) Análisis cuadro a cuadro: relacionado a la extracción de fotogramas, análisis de metadatos, reconstrucción de secuencias.
- (4) Análisis de integridad: precisa la detección de manipulaciones, cortes, sobregrabaciones o alteraciones digitales.
- (5) Técnicas modernas (inteligencia artificial / Deep Learning): Para Ian (2026) entre las aplicaciones más destacadas se encuentra la superresolución de video, en la que redes neuronales convolucionales (CNN) y modelos generativos (GAN) logran incrementar la resolución de secuencias de baja calidad, recuperando detalles y ofreciendo mayor nitidez, lo cual resulta especialmente útil en entornos de videovigilancia y análisis forense. Asimismo, la interpolación de cuadros mediante *deep learning* permite generar fotogramas intermedios para aumentar la fluidez de un video, mejorando la experiencia visual y facilitando el análisis de escenas grabadas a bajas tasas de cuadro por segundo.
- (6) Otra técnica moderna es la detección y seguimiento de objetos mediante redes profundas, que posibilita identificar personas, vehículos o comportamientos anómalos en tiempo real, con aplicaciones en seguridad, tráfico y sistemas inteligentes de vigilancia. Complementariamente, los modelos de reconocimiento de acciones y actividades permiten interpretar secuencias de video y clasificar eventos complejos, como conductas sospechosas o movimientos específicos.
- (7) En el ámbito forense, el análisis de manipulación de video con IA se ha vuelto esencial frente al crecimiento de las técnicas de edición avanzada y generación de contenido sintético (*deepfakes*). Los sistemas de detección basados en aprendizaje profundo buscan inconsistencias en la iluminación, compresión y huellas digitales de los sensores para determinar la autenticidad de un video.
- (8) En conjunto, estas técnicas modernas basadas en IA y *Deep Learning* dotan al procesamiento digital de video de un carácter predictivo, adaptativo y autónomo, lo que amplía considerablemente las posibilidades de análisis y abre nuevas perspectivas tanto en aplicaciones comerciales como en la investigación forense.

4) Importancia

Para Casey (2011) esta ciencia es una herramienta fundamental dentro de los campos de la investigación criminal, la seguridad y los procesos judiciales. Su relevancia radica en que los videos constituyen un medio visual directo, capaz de complementar testimonios y pruebas documentales con información objetiva. En este sentido, el video forense no solo se limita a esclarecer crímenes, sino que también es utilizado en investigaciones civiles, laborales y administrativas.

5) Actividad pericial

Tiene como objetivo analizar grabaciones de video para autenticar, mejorar o interpretar su contenido con fines probatorios, considerando las siguientes actividades periciales:

- a) Autenticación de archivos de video (verificación de edición o manipulación).
- b) Mejora de calidad de imagen (aclorado, aumento de contraste, reducción de ruido).



- c) Análisis de metadatos, geoespacial y de movimiento (formato, fecha, dispositivo de grabación, tamaño, dimensión, entre otros).
- d) Reconocimiento de objetos en video.
- e) Sincronización temporal entre múltiples grabaciones.
- f) Análisis comparativo de video (comparar escenas con objetos, lugares o eventos específicos).
- g) Verificación de integridad de sistemas de videovigilancia (DVR/NVR).
- h) Estudio del comportamiento y movimiento en video (reconstrucción de eventos).
- i) Entre otros del ámbito de aplicación de la materia.

Figura 411

Personal PNP realizando el análisis de un archivo de video



Nota. Personal PNP realizando el análisis forense de un archivo de video.



3.2.12. Informática forense¹⁴

1) Historia

El desarrollo de la informática forense como disciplina aplicada a la criminalística fue el resultado de un proceso evolutivo marcado por la aparición de nuevas tecnologías y la creciente necesidad de investigar delitos cometidos a través del uso de sistemas informáticos. A continuación, se presenta un recorrido histórico que describe cómo se inició y consolidó esta área especializada:

a) 1960: los sistemas informáticos eran exclusivos

Durante esta década, los sistemas informáticos eran utilizados únicamente por organismos gubernamentales, de investigación y grandes corporaciones multinacionales. En este contexto, aún no existía la informática forense como tal, pero comenzaban a reconocerse los riesgos asociados al uso de estas tecnologías.

b) 1976: primeros antecedentes documentados

Uno de los primeros hitos relevantes lo representa el libro *"Crime by Computer"* de Donn Parker, considerado una de las primeras descripciones formales sobre el uso de información digital para investigar y enjuiciar delitos cometidos con ayuda de computadoras. Esta obra es vista como una semilla teórica de la informática forense.

c) 1978: reconocimiento legal de delitos informáticos

En el estado de Florida (EE.UU.), se documentan los primeros crímenes informáticos reconocidos legalmente, incluyendo sabotaje digital, alteración de datos, robo de información y violaciones a derechos de autor. Esto marcó un precedente jurídico y técnico que abrió la necesidad de expertos capaces de intervenir en estos casos.

d) 1982 - 1983: primeras herramientas tecnológicas útiles:

Se da a conocer la herramienta Copy II PC para la protección de discos contra la piratería y el desarrollo de la aplicación de Peter Norton en 1983 para recuperar archivos eliminados, se establecieron las bases técnicas para la recuperación de datos, una función esencial en la informática forense moderna.

e) 1984: formalización en organismos policiales

Ese año, en el FBI se crea el equipo de análisis y respuesta informática, como una unidad pionera encargada del análisis de computadores en investigaciones criminales. La informática forense ingresa formalmente al campo de la criminalística institucional.

f) 1987 - 1988: formación y profesionalización

En 1987 nace la empresa AccessData, orientada a la recuperación de contraseñas y análisis forense. Al año siguiente, se desarrolla el programa para formar especialistas en recuperación de evidencia digital. Además, en 1988 se crea la Asociación Internacional de Especialistas en Investigación

¹⁴ Redactado por: May. S. PNP Shirley Stana Poma Gonzales y S2 PNP Nadia Miluska Herrera Peralta

Informática que certifica a los expertos de informática forense, contribuyendo a la profesionalización global de la disciplina.

g) 1990: la informática forense se consolida

En esta etapa, se reconoce plenamente la utilidad de las nuevas tecnologías. El FBI intensifica el uso de herramientas informáticas para localizar evidencias digitales. En ese mismo año, Michael Anderson, considerado el “padre de la informática forense”, funda New Technologies, Inc., especializada en esta área emergente.

h) 1995: cooperación internacional

Se crea la Organización Internacional de Evidencia Informática, con la finalidad de compartir buenas prácticas y generar redes de cooperación entre peritos de todo el mundo. Este fue un paso esencial hacia la homologación de procedimientos en investigaciones forenses digitales.

i) 1998: avance institucional y globalización

Ese año, la Organización Internacional de Policía Criminal organiza un simposio especializado, donde expertos en informática forense comparten experiencias y metodologías. Paralelamente, el FBI establece su primer laboratorio forense computacional especializado, consolidando un entorno profesional dedicado exclusivamente al análisis digital.

En consecuencia, la informática forense nació como una necesidad técnica frente al avance de la computación y su uso indebido en actividades delictivas. Su incorporación formal en la criminalística comenzó en la década de 1980, principalmente con la creación de unidades especializadas en el FBI, herramientas de recuperación y normativas de manejo de evidencia digital. A partir de 1990, se consolida como una rama fundamental de las ciencias forenses, con impacto global, profesionalización continua y cooperación internacional.

2) Definición

La Organización Internacional de Policía Criminal (Interpol, 2025) define al análisis digital forense se concibe como una disciplina especializada en la identificación, obtención, procesamiento, estudio e interpretación de datos almacenados en dispositivos electrónicos. Además, se destaca que la evidencia digital está involucrada en la mayoría de los actos delictivos, por lo que la labor del análisis forense digital resulta esencial para el desarrollo de las investigaciones realizadas por las autoridades competentes. Por otro lado, el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) define al análisis forense digital como el uso de métodos científicos para identificar, preservar, examinar y analizar datos digitales, con el propósito de respaldar investigaciones o procedimientos legales (Instituto Nacional de estándares y tecnologías, 2006).

Tiene como objeto de estudio a la evidencia digital, que es “cualquier información que, sujeta a una intervención humana u otra semejante, ha sido extraída de un medio informático” (Cano, 2009).

Amsler et. al. (2017) definen al análisis forense digital como el conjunto de principios y técnicas que comprenden el proceso de adquisición, conservación, documentación, análisis y presentación de evidencias digitales, mediante el cual utilizan métodos para la recolección de evidencia digital sin alterar el estado original. Por su parte, Jiménez (2022) describe el análisis forense digital como una disciplina orientada a la detección de comportamientos inusuales y al rastreo de actividades ilícitas realizadas en





entornos digitales, dispositivos electrónicos o computadoras. Esta labor se lleva a cabo mediante la aplicación de técnicas, herramientas y conocimientos especializados en informática y tecnologías de la información y comunicación, siguiendo una metodología estructurada que abarca la identificación, adquisición, preservación, análisis y presentación de evidencias con validez probatoria.

Almeida y Escobar (2014) citan que el término análisis forense digital aplica métodos científicos mediante medios digitales (computadoras, redes de comunicación, celulares, etc.) con el propósito de adquirir evidencia digital aceptable en todo proceso legal. Por lo tanto, se define el análisis forense digital como el conjunto de técnicas, métodos científicos aplicados a medios tecnológicos, con el propósito de adquirir evidencia digital como medio probatorio admisible en todo proceso legal.

Finalmente, el Decreto Supremo N.º 001-2021-IN (2023) en su artículo 9.13, cita que aplica técnicas y herramientas que permitan analizar medios de almacenamiento digital y sistemas de gestión de información. Entre los principales análisis se encuentran: la extracción y recuperación de datos, la evaluación de la integridad de archivos, el análisis en aplicaciones, entre otros datos registrados digitalmente”.

a) Bases teóricas

i) Normas internacionales

- (1) Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) 27037:2012: tecnología de la información, técnicas de seguridad y directrices para la identificación, recopilación, adquisición y conservación de evidencia digital.

Proporciona directrices para actividades específicas en el manejo de evidencia digital, que son la identificación, recopilación, adquisición y preservación de evidencia digital potencial que pueda tener valor probatorio.

- (2) Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) 27042:2015: tecnología de la información técnicas de seguridad y directrices para el análisis e interpretación de la evidencia digital.

Proporciona orientación sobre el análisis y la interpretación de la evidencia digital, abordando cuestiones de continuidad, validez, reproducibilidad y repetibilidad. Engloba las mejores prácticas para la selección, el diseño y la implementación de procesos analíticos, así como para el registro de información suficiente para que dichos procesos se sometan a un escrutinio independiente cuando sea necesario. También proporciona orientación sobre los mecanismos adecuados para demostrar la competencia del equipo de investigación.

- (3) Asociación española de normalización (UNE) 197001: Criterios generales para la elaboración de informes periciales.

Esta norma especifica los requisitos mínimos de la estructura de un informe pericial, sin determinar los métodos y procesos específicos para la elaboración de los mismos.

ii) Tipos de análisis forense

Según Velásquez (2021) los tipos de análisis forense dependen del enfoque adoptado por el analista y del método de examen aplicado, ya que existen diversas modalidades entre las cuales debe seleccionarse la más adecuada para cada caso. Maldonado (2020), señala que la obtención de



información a partir de medios electrónicos constituye una de las fases más críticas y determinantes para el éxito de una pericia informática, pues permite formular hipótesis vinculadas al caso investigado. Según el tipo de medio electrónico a examinar, se distinguen tres categorías principales: sistemas de computación abiertos, sistemas de comunicación y sistemas convergentes de computación (Maldonado, 2020).

- (1) Sistemas de computación abiertos: está conformado por computadoras personales, laptop, servidores y sus periféricos. El disco duro es uno de los dispositivos que son fuente de información.
- (2) Sistemas de comunicación: es donde se encuentran las redes de telecomunicaciones, comunicación inalámbrica y el internet.
- (3) Sistemas convergentes de computación: está formado por todos los dispositivos móviles que posea tecnología digital y de los cuales sea posible la extracción de evidencia digital

iii) Fases del análisis forense digital

De acuerdo al Manual de Análisis de la Evidencia Digital de la Policía Nacional del Perú, se establece la metodología del análisis forense digital donde se considera la fase de identificación, adquisición y preservación, análisis y documentación. En esa misma línea, según García (2015-2016), hace mención a una metodología para realizar un análisis forense digital, donde pormenoriza cada una de las etapas a seguir. En el siguiente gráfico se puede observar cada una de las tareas principales en sus distintas etapas.

Figura 412

Representación gráfica de las fases de análisis digital forense.

ESCENA			LABORATORIO FORENSE		
Asegurar la escena	Identificar evidencias	Capturar evidencias	Preservar evidencias	Analizar evidencias	Presentar resultados
Proteger la escena para evitar la modificación o destrucción de las evidencias digitales	Identificar de entre los- quipos y dispositivos existentes, los que puedan contener una información relevante	Realizar copia exacta de las evidencias identificadas sin alterar el original o con el mismo impacto sobre esta	Documentar detalladamente todos los procedimientos realizados sobre las evidencias	Analizar las evidencias siguiendo métodos forenses especializados y empleando las herramientas forenses	Presentación de los resultados de forma clara y en un formato adecuado al tipo de informe querido

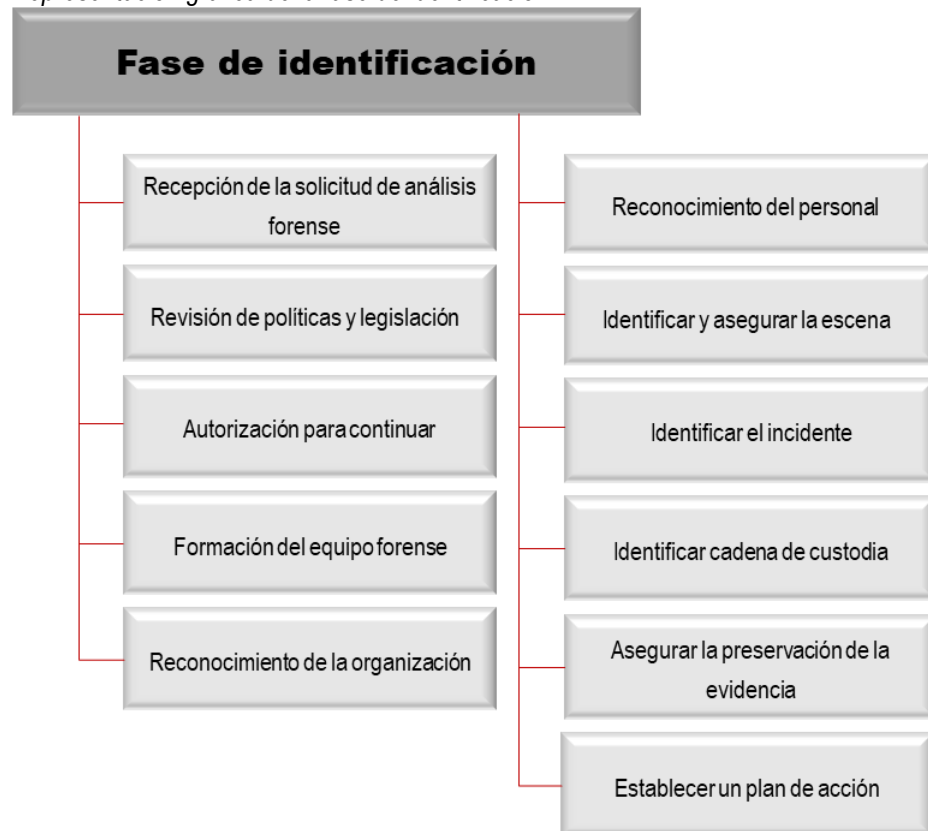
Nota. Fases del análisis forense digital. Tomado de García (2025).

(1) Identificar evidencias

Es donde se llevará a cabo el análisis previo del dispositivo electrónico para determinar la metodología que se utilizará durante todo el proceso. En este punto se puede conocer el soporte en términos físicos, es decir, verificar si existen partes dañadas, o si por otra parte nos estamos enfrentando a una posible eliminación de datos (Sanchis, 2018). Es importante en esta fase identificar entre los dispositivos electrónicos, cuál de ellos puede contener información relevante (García, 2015). Se recoge la información necesaria para resolver posibles problemas. También puede ayudar a detectar desviaciones de eventos y compararlos con eventos similares si existen. Se deben responder las siguientes preguntas: ¿Quién? ¿Qué? ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿Por qué? ¿Cómo?, (Pinto, 2014).

Figura 413

Representación gráfica de la fase de identificación.



Nota. Fases de identificación. Tomado de Pinto (2014).

(2) Capturar evidencias

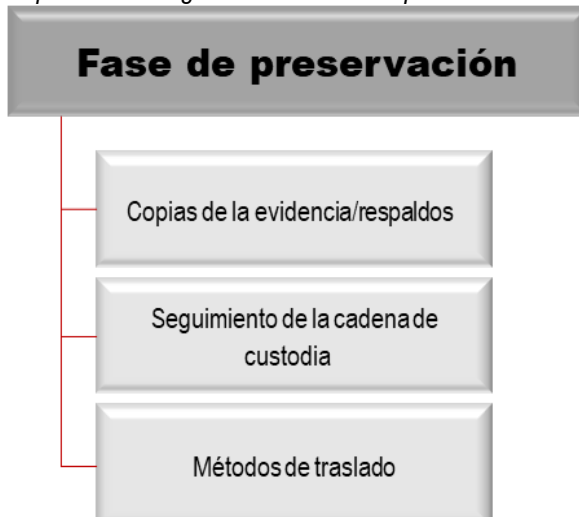
La fase de la adquisición es una de las etapas más críticas y de mayor dificultad, debido a que se tiene que manipular el soporte (equipo electrónico) con la seguridad de no alterar su contenido, por tal motivo debe hacer una copia exacta a la del disco de origen, el responsable se encargará de llevar a cabo el proceso de imagen forense o copiado de bit a bit de toda la información para almacenarlo en un soporte, que posteriormente será analizado (Sanchis, 2018). Es necesario realizar una copia exacta de toda la evidencia identificada y sin alterar la información original, utilizando para ello herramientas confiables (García, 2015). Se realiza la recopilación de los datos respectivos, utilizando las herramientas analizadas, aprobadas y definidas previamente (Pinto, 2014).

Figura 414*Representación gráfica de la fase de adquisición*

Nota. Fases de adquisición. Tomado de Pinto (2014).

(3) Preservar evidencias

En esta fase se realizan actividades para la conservación de todos los datos asegurándose de no ser modificados. La información se puede utilizar inmediatamente o se puede almacenar durante un período de tiempo requerido. Por todo lo anterior, es absolutamente necesario que el medio por el que se realiza la copia pueda almacenar todo en buen estado durante el tiempo requerido (Sanchis, 2018). Durante esta fase, es esencial identificar métodos apropiados para almacenar y etiquetar evidencia. Luego de tener todas las pruebas del caso, es necesario mantenerlas intactas, porque son "huellas del crimen" por tal motivo deben estar totalmente aseguradas (Pinto, 2014).

Figura 415*Representación gráfica de la fase de preservación*

Nota. Fase de adquisición. Tomado de Pinto (2014).



(4) Analizar evidencias

El análisis es la etapa donde se utiliza las habilidades técnicas. Luego de las etapas anteriores, toda la información obtenida será analizada desde los medios originales. El experto extraerá toda la información y pasará ciertos filtros para mantener los datos de valor real, sin borrar o alterar nada. (Sanchis, 2018).

El objetivo principal de analizar es reconstruir con todos los datos disponibles la secuencia de eventos que ha tenido lugar desde el comienzo del incidente, hasta que lo solicitan las partes involucradas (Pinto, 2014).

En esta fase se realiza el análisis siguiendo los métodos forenses, mediante el cual el personal capacitado y con experiencia utiliza herramientas forenses adecuadas al caso (García, 2015).

Figura 416

Representación gráfica de la fase de análisis



Nota. Fase de análisis. Tomado de Pinto (2014).

(5) Presentar resultados

Se genera un informe cuando se completan las etapas anteriores. Anotar toda la información recogida en el dispositivo y todos los pasos realizados durante el proceso de forma totalmente objetiva y metódica (Sanchis, 2018).

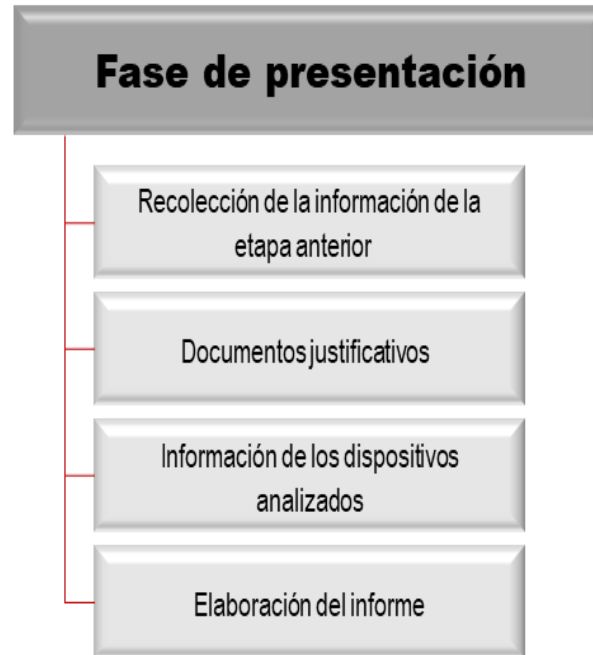
Es muy importante llevar un registro de todas las actividades realizadas. Cualquier acción tomada debe registrarse y fecharse desde el momento en que se descubrió el incidente hasta que se complete el análisis forense; esto permitirá una mayor eficiencia y eficacia, al reducir la posibilidad de fallas en la gestión de incidentes.

Se registran todas las acciones, eventos y hallazgos encontrados, lo que asegura y garantiza la cadena de custodia (Pinto, 2014).



Figura 417

Representación gráfica de la fase de resultados



Nota. Fase de presentación. Tomado de Pinto (2014).

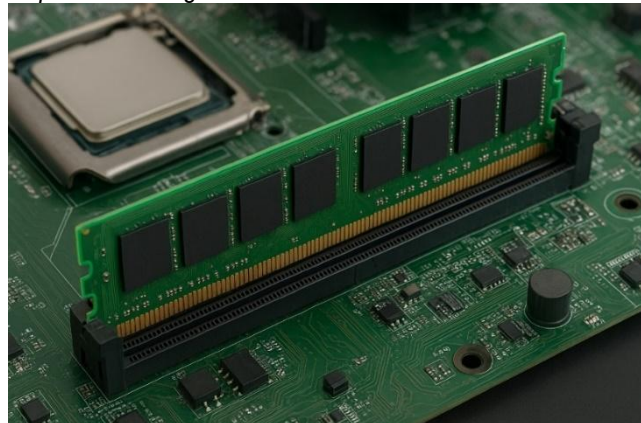
iv) Tipos de evidencia digital

(1) Evidencia volátil

Se trata de la información de carácter temporal que reside en un dispositivo digital y que necesita un suministro constante de energía para mantenerse. Si la alimentación se interrumpe, dicha información se pierde. Un ejemplo claro es la memoria de acceso aleatorio (RAM), la cual conserva los datos más volátiles, pero los elimina al apagarse el dispositivo. Entre los datos volátiles más relevantes se encuentran: la hora del sistema, los usuarios conectados, los archivos abiertos, la configuración y actividad de red, la información y asignación de procesos a puertos, la memoria utilizada por cada proceso, el contenido del portapapeles, el estado de servicios o controladores, así como el historial de comandos ejecutados.

Figura 418

Representación gráfica de la Memoria de Acceso Aleatorio (RAM).



Nota. Los datos volátiles son adquiridos de la RAM a través del proceso de volado de memoria.



(2) Evidencia no volátil

Se refiere a la información de naturaleza permanente almacenada en dispositivos de almacenamiento secundario, como discos duros o tarjetas de memoria. A diferencia de los datos volátiles, esta información no depende de la energía eléctrica y permanece disponible incluso cuando el dispositivo está apagado. Entre los ejemplos más comunes se incluyen los archivos ocultos, el espacio libre, los archivos de intercambio, los archivos index.dat, los clústeres sin asignar, las particiones no utilizadas u ocultas, las configuraciones del registro y los registros de eventos del sistema.

Figura 419

Representación gráfica de la Memoria de Acceso Aleatorio (RAM).



Nota. Los datos no volátiles son adquiridos en cualquier dispositivo de almacenamiento tales como discos duros, pendrive, tarjetas micro SD, entre otros

v) Conceptos relacionados

(1) Volcado de memoria:

Según Rubén (2024) es el proceso de extracción del contenido de la memoria volátil de un sistema informático, utilizado en análisis forense para obtener información en ejecución. Es ideal para obtener datos volátiles que se perderían al apagar el equipo

(2) Sistema de archivos:

“Es un método para el almacenamiento y organización de archivos de computadora y los datos que estos contiene, para hacer más fácil la tarea de encontrarlos y accederlos” (Hidaldo Cajo et al., 2018).

(3) Logs

En el Manual de análisis de la evidencia digital de la Policía Nacional del Perú, se define como un “archivo de texto que registra cronológicamente los eventos en un sistema informático (programa, aplicación, servidor, etc.”



(4) Software malicioso

El software malicioso llamado también malware consiste en un programa malicioso que ingresa a un dispositivo para ejecutar acciones dañinas, como eliminar información, cifrar archivos, robar datos o provocar fallas en el sistema. En ocasiones se utiliza con fines de extorsión o suplantación de identidad, bloqueando recursos y exigiendo pagos para liberarlos. Puede propagarse a través de correos electrónicos, redes sociales, memorias USB o sitios web inseguros, por lo que resulta esencial mantener precauciones al navegar y compartir información (Recoverit, 2025).

(a) Tipos de malware

- (i) Virus: son programas creados para infiltrarse en un sistema y replicarse, propagando la infección a archivos, datos e incluso a la memoria del equipo.
- (ii) Troyanos: este tipo de malware se esconde detrás de un software o imagen aparentemente legítimo y confiable, haciéndote inconsciente de su presencia.
- (iii) Adware: es un malware que muestra anuncios publicitarios en tu pantalla
- (iv) Spyware: es un malware que ingresa a tu sistema silenciosamente, pero causa problemas en segundo plano, buscando tu información personal y reuniéndola en un archivo grande.
- (v) Ransomware: este malware cifrará tus archivos haciéndolos inaccesibles e ilegibles. Por lo general, estos ataques de malware vienen con indicaciones detalladas sobre como pagarle al creador para desbloquear tus datos.
- (vi) Gusanos: es un malware independiente el cual tiene como objetivo principal expandirse a otros dispositivos a través de redes.

(5) Trazabilidad:

Permite registrar y seguir las acciones realizadas dentro de un sistema de información.

(6) Dirección de IP:

Según Rubén (2024) es un identificador único asignado a cada equipo o dispositivo que se conecta a una red, como computadoras, teléfonos inteligentes o tabletas. Funciona de manera semejante a la dirección de un domicilio, ya que permite distinguir de forma exclusiva a cada dispositivo dentro de la red. Está formada por una secuencia numérica separada por puntos (ejemplo: 94.198.88.169). La dirección IP será de tipo IPv4 o IPv6, respectivamente.

(7) Navegadores web:

Software como Google Chrome, Mozilla Firefox o Safari, que permiten navegar por Internet y acceder a páginas web.

(8) Archivos temporales:

Es un archivo creado por un programa para almacenar datos de manera provisional mientras este se ejecuta. Normalmente, estos archivos se eliminan automáticamente al cerrar el programa.



(9) Imagen forense

Es copia bit a bit o sector por sector, es decir, de todas las áreas— de un dispositivo de almacenamiento de datos. Este duplicado se realiza con exactitud.

3) Importancia

El análisis digital forense constituye una unidad especializada fundamental dentro de las ciencias forenses modernas de la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú, orientada a la identificación, adquisición y preservación, análisis y documentación de la evidencia digital. Su labor resulta crucial en investigaciones criminales, cibercrimen, delitos informáticos, fraude, delitos contra la intimidad, entre otros, en los que la tecnología es transversal a la comisión de los delitos. La creciente dependencia de las Tecnologías de la Información y Comunicación genera una expansión del espacio digital como escenario del delito, lo que exige la existencia de estructuras técnicas adecuadas para abordar este nuevo paradigma.

En este contexto, el Laboratorio Digital Forense permite a los peritos trabajar con evidencia digital de manera objetiva y conforme a estándares internacionales, garantizando la cadena de custodia y la validez legal de los hallazgos (Casey, 2011). Asimismo, su relevancia trasciende el ámbito judicial, dado que la evidencia digital puede ser decisiva para esclarecer hechos, identificar autores, ubicar víctimas o reconstruir cronologías. Por tanto, el Laboratorio Digital Forense se convierte en un pilar indispensable dentro de las investigaciones criminales contemporáneas, actuando como puente entre la tecnología y la administración de justicia (Reith y Grunsch, 2003).

El Dr. Acurio Del Pino, director nacional de tecnología de la información de la organización de los Estados Americanos (OEA), señala que los delincuentes contemporáneos emplean la tecnología como medio para facilitar la comisión de delitos y evadir la acción de las autoridades. Esta situación genera la necesidad de desarrollar especialización y capacitación en nuevas áreas, donde las tecnologías de la información y la comunicación se convierten en instrumentos fundamentales para apoyar la justicia y la persecución del delito. En este contexto, la obtención de información o elementos de convicción representa una etapa esencial para el éxito de una investigación criminal, lo que exige que los investigadores encargados de la recolección, preservación, análisis y presentación de evidencias digitales realicen su labor con eficacia, garantizando la autenticidad e integridad de dichas pruebas para su posterior uso ante las instancias judiciales.

4) Actividad pericial

Tiene como objetivo analizar computadoras, discos duros y sistemas informáticos en busca de evidencia digital, considerando las siguientes actividades periciales:

- a) Preservación de la evidencia digital.
- b) Adquisición de una imagen forense.
- c) Análisis forense de discos duros y volcado de memoria.
- d) Recuperación de archivos borrados y eliminados.
- e) Análisis de sistemas de archivos y logs de actividad.
- f) Detección de software malicioso en sus diversas presentaciones.
- g) Análisis de correos electrónicos (contenido, encabezados, trazabilidad de IP).
- h) Análisis de navegadores web y archivos temporales.



- i) Examen de dispositivos de almacenamiento extraíble (pendrive, discos externos).
- j) Identificación de usuarios y contraseñas almacenadas.
- k) Análisis de cronología de uso del sistema (timeline forense).
- l) Análisis de operatividad de equipos de tecnología de la información y comunicación.
- m) Entre otros del ámbito de aplicación de la materia.

Figura 420

Preservación de dispositivos de almacenamiento mediante la protección de escritura por hardware de dispositivos de almacenamiento



Nota. En la figura 9 se observa el procedimiento de protección por hardware de un pendrive, disco duro externo y una tarjeta Micro SD.



3.2.13. Ingeniería forense¹⁵

1) Historia

En el siglo XIX, con el auge de la industrialización, comienzan a surgir accidentes en fábricas y construcciones, lo que genera la necesidad de investigar las causas de estas fallas. Uno de los primeros casos documentados es el colapso del puente ferroviario de Tay, en Escocia, ocurrido en 1879. Este hecho da lugar a una investigación exhaustiva sobre el diseño y la construcción del puente. A medida que la tecnología avanza, también lo hace la ingeniería forense, formalizándose su uso en el ámbito legal en la década de los años cuarenta, con ingenieros que comienzan a testificar en juicios sobre fallas estructurales y accidentes (AcademiaLab, 2024).

En las décadas siguientes, la ingeniería forense se expande para integrar y aplicar los conocimientos, técnicas y metodologías de diversas especialidades, como la ingeniería química, civil, mecánica, eléctrica y de materiales, transformándose en una especialidad multidisciplinaria. Asimismo, se da la creación de organizaciones profesionales, así como la formación de expertos en ingeniería forense dentro del sistema educativo superior y la educación profesional complementaria (Butyrin, et al., 2020). Hoy en día, la ingeniería forense utiliza herramientas avanzadas, como simulaciones por computadora, análisis de materiales y técnicas de reconstrucción de accidentes, permitiendo a los ingenieros forenses realizar análisis más precisos y detallados (Laws Learned, 2024).

La especialidad de ingeniería forense de la DIVLACRI-DIRCRI PNP se crea el 22 de abril de 1997, durante la gestión del señor Coronel PNP Pablo Rodríguez Regalado, Director Nacional de Criminalística, debido a la necesidad de separar las funciones por especialidades, dado que hasta esa fecha se compartían funciones con química forense de la División de Laboratorio Central de Criminalística. Se designa al perito ingeniero químico comandante S. PNP Luis Bruno Paytán Zárate como el primer jefe de la especialidad. Actualmente, la misión de la ingeniería forense es ofrecer apoyo técnico- científico, así como asesoría, a las unidades de la Policía Nacional del Perú y a las autoridades pertinentes que lo requieran, elaborando los informes periciales necesarios.

2) Definición

La ingeniería forense es una especialidad en rápido desarrollo, la cual se define como la aplicación de principios y metodologías de la ingeniería hacia los propósitos de la ley, analizando las causas de accidentes, fallas estructurales, incendios u otros sucesos en los que se presume que hubo un acto ilícito o negligencia, de esta manera proporciona pruebas objetivas y especializadas que puedan servir en procedimientos legales o administrativos (Ramos, 2016).

3) Importancia

En el ámbito de la criminalística, la ingeniería forense reviste especial importancia, toda vez que contribuye de manera fundamental al análisis integral de eventos mediante la aplicación de principios científicos y técnicas propias de las distintas ramas de la ingeniería. Su función consiste en colaborar interdisciplinariamente con otras áreas periciales para la evaluación técnica de escenarios complejos, la reconstrucción de hechos materiales y la obtención de conclusiones objetivas que sirvan de soporte probatorio en procesos judiciales. Esta disciplina permite identificar fallas en sistemas, estructuras o

¹⁵ Redactado por: Crnl. S. PNP Marlene Judith Huarachi Lora; May. S. PNP Jackeline Elizabeth Benavides Luyo y May. S. PNP Deyci María Silva Guillén

dispositivos, establecer causas mecánicas o técnicas de un suceso y generar inferencias fundamentadas que faciliten la adecuada administración de justicia.

4) Actividad pericial

a) Exámenes físicos

El examen físico en una investigación criminalística es una de las pruebas efectuadas por la especialidad de ingeniería forense de la DIVLACRI-DIRCRI PNP sobre cualquier objeto, herramienta o prenda de vestir; cuyo propósito es identificar alteraciones o signos evidentes producidos por mecanismos como abrasión, estiramiento, tracción, flexión, torsión, compresión, entre otros; utilizando para ello la observación directa, equipos de medición especializados y herramientas ópticas.

El examen físico se constituye como una etapa esencial en la ejecución de peritajes, ya que, a partir del análisis de características físicas tales como la morfología de las fracturas, dimensiones, pérdida de material, peso, entre otros, es posible identificar el objeto o agente responsable de los daños observados (DIRCRI PNP, 2013).

i) Técnicas utilizadas en el examen físico

(1) Observación directa

La observación directa en un examen físico de ingeniería forense es un paso fundamental para identificar las causas de un accidente (laboral o de tránsito), falla, sucesos que involucren actos ilícitos o negligencia. A través de un proceso sistemático y detallado, el ingeniero forense en sus diversas especialidades con un enfoque multidisciplinario recolecta evidencia que permite entender los factores que contribuyen al suceso y brinda una evaluación precisa para determinar responsabilidades, mejorar el diseño de futuros proyectos y evitar que eventos similares ocurran en el futuro.

(a) Inspección visual de la escena

- El ingeniero forense observa de manera minuciosa y técnica la escena del delito, accidente o el objeto fallido (que puede estar asociado a una falla mecánica: maquinaria, vehículos o de materiales, y otros; falla estructural o humana), que en algunas ocasiones es analizado en la misma escena o en el laboratorio. Esto incluye la búsqueda de señales visibles de fallas, daños o anomalías en estructuras, vehículos, equipos o instalaciones.
- La observación visual también puede identificar patrones que permitan identificar las causas del accidente, como grietas, deformaciones, corrosión o desgaste en materiales.

(b) Análisis de materiales y componentes

- En este aspecto se examinan los materiales involucrados en la escena del crimen o lugar de los hechos, como: metales, plásticos, concreto, etc. Es importante observar signos de fatiga del material, fracturas, corrosión o cualquier otra anomalía.
- Si es posible, se toman muestras de los materiales las cuales deben ser trasladadas para un análisis más detallado en el laboratorio.



(2) Observación microscópica

La observación microscópica ayuda a examinar materiales, componentes o superficies a muy pequeña escala, utilizándose microscopios, lupas, lentes, entre otros para obtener evidencia que no es visible a simple vista.

(a) Microscopía estereoscópica

La microscopía estereoscópica, también conocida como microscopía estereoscópica de disección, es una técnica de observación, que utiliza un microscopio estereoscópico, el cual está diseñado para observar muestras mediante la generación de imágenes tridimensionales, lo que facilita el análisis detallado de la superficie y estructura de los objetos examinados (Mundo Microscopio, 2025).

Este tipo de microscopio es, por consiguiente, idóneo para la observación aumentada de diversos objetos sin requerir un proceso previo de preparación de la muestra. Esta característica lo convierte en una herramienta sumamente útil en múltiples disciplinas y aplicaciones. Es importante resaltar que, los microscopios estereoscópicos se emplean extensamente en campos donde es necesario manipular la muestra durante su observación. El microscopio estereoscópico resulta especialmente útil en el análisis de pinturas y suelos. Gracias a su amplio campo de visión y considerable profundidad de enfoque, facilita la detección de trazas e indicios presentes en herramientas, armas, prendas de vestir, entre otros elementos (Cornago y Esteban, 2016).

La especialidad de ingeniería forense de la DIVLACRI-DIRCRI PNP cuenta con un microscopio estereoscópico, se emplea para la observación física de las evidencias como son la homologación y caracterización de detalles a nivel macroscópico (abarcando desde aproximadamente 0,1 mm a más), según se muestra en la figura 421.

(i) Fundamento de la técnica

La muestra es iluminada por la fuente luminosa, y la luz reflejada por ésta es captada por los objetivos y transmitida a través de los oculares para su observación.

Figura 421
Microscopio estereoscópico



Nota. Este equipo tiene la propiedad de aumentar la visibilidad del objeto de estudio durante el examen de evidencias físicas como: herramientas, armas, prendas de vestir, pinturas, entre otros; a fin identificar algún signo o señal de violencia, rotura, coloración diferente.



(b) Microscopía electrónica de barrido

La microscopía electrónica de barrido (MEB) con detector de rayos X (DRX) constituye una herramienta técnica-científica avanzada, que utiliza un haz de electrones en lugar de luz para escanear la superficie de una muestra y formar imágenes de alta resolución.

(i) Fundamento de la técnica

La MEB consta de un haz de electrones que recorre (o barre) sobre la superficie de una muestra, provocando la emisión de rayos X característicos, cuyo registro mediante un analizador permite realizar el análisis elemental de la composición de la muestra (Cornago y Esteban, 2016).

La especialidad de ingeniería forense de la DIVLACRI-DIRCRI PNP cuenta con un (01) microscopio electrónico de barrido (MEB) con detector de rayos X (DRX), el cual es utilizado para el análisis de residuos de disparos por arma de fuego, análisis de residuos de explosivos, determinación de la morfología y composición química elemental de las muestras, análisis de micromarcas de herramientas, microanálisis de daños en los competentes de un arma de fuego, homologación de capas de pinturas de vehículos, análisis de joyas falsificadas o adulteradas, minerales y relaves mineros, microindicios de naturaleza orgánica en estado sólido como huesos con inscrustaciones metálicas relacionadas a homicidios, vegetales con adherencia de contaminantes.

ii) Exámenes en prendas

Se define como el análisis del daño o deterioro en prendas de vestir durante la investigación de agresiones contra personas, particularmente en casos relacionados con robo, violación, abuso sexual, resistencia a la autoridad y homicidios.

(1) Caracterización del material (fibra textil)

Una fibra textil se define como el material básico empleado en la producción de tejidos. Se trata de un filamento continuo que puede ser sometido a procesos de hilado o entrelazado, y que presenta propiedades específicas que determinan su idoneidad para aplicaciones textiles (Fashion, 2018).

(a) Fibra textil natural

Las fibras naturales son aquellas que se obtienen directamente de la naturaleza y se presentan en forma fibrosa. Pueden ser de origen vegetal, animal o mineral, y poseen características de longitud y diámetro adecuadas para su procesamiento y transformación en hilo (Calvo, s.f.).

- Fibra textil natural de origen vegetal. Ejemplo: yute, lino, cáñamo, algodón.
- Fibra textil natural de origen animal. Ejemplo: seda, lana (oveja, angora, alpaca).
- Fibra textil natural de origen mineral. Ejemplo: fibra de vidrio, amianto, de algunos metales (plata, cobre y oro).

(b) Fibra textil sintética

Las fibras textiles sintéticas son polímeros manufacturados completamente mediante procesos químicos, sin la incorporación de materias primas de origen natural. Entre las



principales fibras sintéticas se incluyen la poliamida, poliéster, poliacrílico, spandex, fibras aramídicas y acrílicas (Flores, 2011).

(2) Tipo de tejido textil

Un tejido textil se forma a partir de la intersección y unión de múltiples hilos o fibras, creando así una superficie de tela homogénea (Atexlier, 2019). Los tejidos textiles son ampliamente utilizados tanto en aplicaciones cotidianas como en contextos forenses, donde pueden constituir evidencia material, útil para el análisis comparativo, reconstrucción de los hechos o identificación de sustancias adheridas.

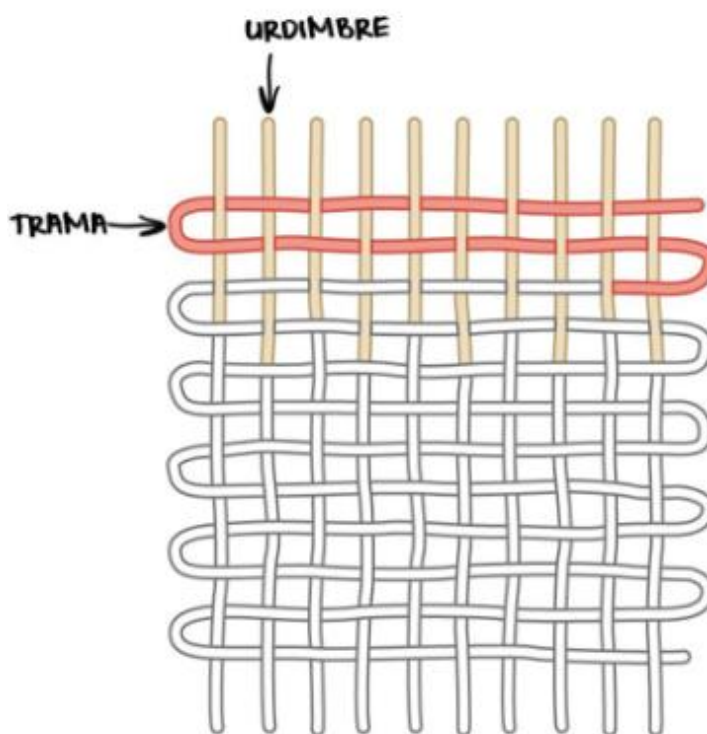
(a) Según su estructura

El tejido textil según su estructura puede ser:

(i) Tejido plano

Se crea al entrelazar dos tipos de hilos: uno que se extiende en dirección longitudinal, conocido como urdimbre, y otro que se dispone de manera transversal, denominado trama, como se puede observar en la figura 422. Algunos ejemplos de tejidos planos son: drill, tafetán, satén, etc.

Figura 422
Tejido textil plano



Nota. La figura muestra cómo se entrelazan los hilos en dirección longitudinal (urdimbre) y transversal (trama). Tomado de Atexlier (2019).



(ii) Tejidos de punto

Los tejidos de punto, conocidos también como tricotados, se elaboran a través de la creación de lazadas. El hilo se entrelaza para formar bucles que generan más bucles en un proceso continuo, lo que les confiere una notable elasticidad. El tejido de punto carece de orillo, y según la forma en que se entrelacen los hilos, existen tipos como rib, piqué, jersey, raschel, entre otros (Jurado, 2020).

(3) Tipos de roturas en prendas

(a) Roturas por tracción

Este tipo de rotura se origina cuando dos fuerzas tensionales de sentido opuesto superan la resistencia mecánica de las uniones entre los hilos de la urdimbre y la trama, provocando la separación de estos. Puede producirse por rasgado, con o sin aplicación de fuerza violenta, mediante tracción manual, elongación excesiva del tejido, enganches, arrastres o fricción por deslizamiento (Miranda, 2011), como se observa en las figuras 423 y 424.

Figura 423

Roturas por tracción (rasgado)



Nota. Prenda interior (femenina) examinada por el presunto delito contra la libertad sexual. Se distingue una abertura con bordes irregulares y fibras tensadas, lo que indica una acción brusca. Este tipo de daño es característico cuando es aplicada una fuerza externa repentina.



Figura 424

Roturas por tracción (enganche)



Nota. El daño en la prenda puede ser indicativo de una interacción física, como una caída, forcejeo o intento de huida, siendo relevante para el análisis reconstructivo del hecho.

(b) Roturas por uso

Se generan en las áreas donde hay mayor fricción en los pliegues o en las partes oxidadas del tejido, causadas por algún agente (Miranda, 2011), como se observa en la figura 425.

Figura 425

Rotura por uso



Nota. Prenda de vestir (pantalón) con rotura por uso prolongado, localizado en la zona de la costura del tiro, presentando fibras debilitadas y bordes suavemente deshilachados.



(c) Roturas por abrasión

Este tipo de deterioro es causado por la fricción del tejido contra superficies de abrasivas o rugosas, tales como suelos terrosos, pedregosos o pavimentos asfálticos, lo que ocasiona desgaste mecánico localizado en las fibras textiles, como se observa en la figura 426.

Figura 426
Rotura por abrasión

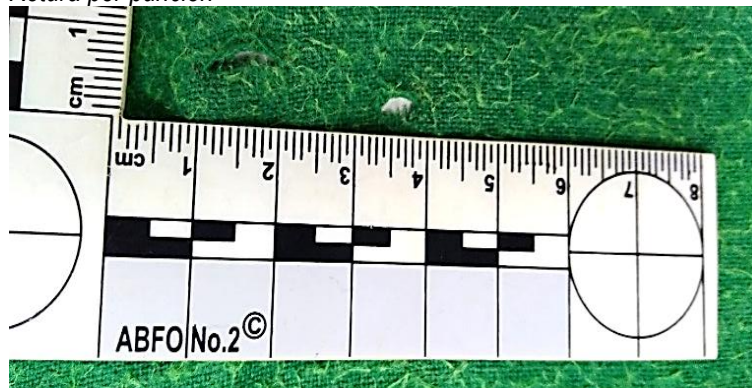


Nota. Prenda de vestir con signos de rotura por abrasión. Se observa daño en la superficie del tejido, caracterizado por desgaste irregular, pérdida de fibras y bordes deshilachados, lo que sugiere fricción repetitiva o contacto con una superficie rugosa. Este tipo de daño puede ser indicativo de arrastre o forcejeo.

(d) Roturas por punción

Este tipo de daño se genera cuando el tejido es perforado por la acción de un objeto con características punzantes, lo cual produce una ruptura localizada que puede observarse en la figura 427.

Figura 427
Rotura por punción



Nota. Tela con daño por perforación o punción, con bordes definidos y fibras desplazadas hacia el exterior, lo que indica el ingreso de un objeto puntiagudo.

(4) Cortes en prendas de vestir

Son ocasionados por la acción de un agente cortante que concentra una fuerza lineal y aguda sobre el tejido, superando su resistencia estructural sin desorganizar las fibras adyacentes. Estos se producen mediante instrumentos con borde afilado, tales como cuchillos, tijeras,



bisturís, navajas o vidrios con bordes cortantes, y se caracterizan por presentar bordes definidos, lineales y con escasa deformación periférica, según se observa en la figura 428.

Figura 428

Vista de corte en prenda



Nota. Incisión lineal de bordes limpios, sin deshilachado evidente, lo que indica la acción de un objeto con filo, como una navaja, tijera o cuchillo.

(5) Quemaduras en prendas de vestir

Son generadas por la acción directa o indirecta de una fuente térmica (fuego, radiación, chispas incandescentes, entre otros), asimismo las quemaduras pueden ser ocasionadas por una fuente química como son las sustancias ácidas, alcalinas u otros materiales peligrosos.

iii) Exámenes en armas blancas y objetos contundentes

Se define como arma blanca a todo objeto constituido por una hoja o estructura metálica que presenta punta, filo o bordes romos, unido a un mango o empuñadura, el cual puede estar fabricado del mismo material o de uno diferente, y que está diseñado o puede ser utilizado para causar lesiones cortantes, punzantes o contundentes (Montiel, 2010). El examen de armas blancas consiste en caracterizar la muestra, teniendo en cuenta sus medidas, tipo de arma blanca, estado de conservación, presencia de daños, entre otros; a efectos de establecer su relación en determinado hecho delictivo.

(1) Clasificación de armas blancas

(a) Punzantes o penetrantes

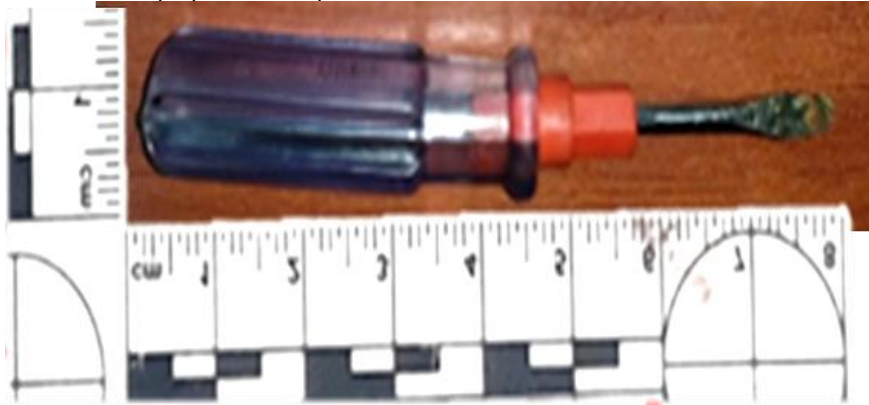
Son objetos o instrumentos que, en determinadas circunstancias, presenta un mango y un cuerpo cilíndrico metálico con terminación aguda, cuya acción se efectúa mediante la aplicación de fuerza y presión, provocando alteraciones o daños mecánicos en prendas de vestir, objeto o cuerpo humano o animal.

Un ejemplo de ello es el destornillador, en el que los bordes no penetran, sino que es la punta la que realiza dicha alteración o daño, como se muestra en la figura 429.



Figura 429

Arma blanca tipo punzante o penetrante



Nota. Destornillador plano metálico. Su estructura rígida, punta plana afilada y capacidad de penetración lo convierten en un instrumento potencialmente letal, cuando se emplea con fines de agresión o intimidación.

(b) Cortantes

Son objetos o instrumentos que, al emplearse en movimiento y hacer contacto con una superficie, los bordes del instrumento generan un patrón de penetración distintivo, propio de la dinámica aplicada. Un ejemplo de esto es un cúter o un bisturí, que no tienen una punta afilada y, por lo tanto, solo cumplen la función de cortar, como se muestra en la figura 430.

Figura 430

Arma blanca tipo cortante



Nota. Cúter con hoja retráctil y filo recto. En el ámbito forense, puede ser utilizado como arma blanca cortante, capaz de producir heridas incisas lineales con bordes limpios y precisión variable según la fuerza aplicada.

(c) Punzocortante

Opera a través de la aplicación de presión y un movimiento de deslizamiento, lo que genera cortes con morfologías definidas en las prendas de vestir, objeto o cuerpo; similar al accionar de instrumentos como el cuchillo o la espada, los cuales además poseen una punta que permite la penetración en los materiales o tejidos, como muestra la figura 431.



Figura 431*Arma blanca tipo punzocortante*

Nota. La figura muestra un cuchillo con hoja afilada y punta aguda, diseñado para acciones de corte y punzamiento. Empleado como arma blanca, es capaz de producir heridas incisivas y punzantes, con bordes regulares y profundidad variable, dependiendo de la fuerza y el ángulo de aplicación.

(2) Exámenes en objetos contundentes

Se refiere al objeto capaz de ocasionar daño físico significativo mediante la fuerza o energía aplicada durante su manipulación; ejemplos incluyen bates, superficies rígidas, palos, piedras, martillos, entre otros (Rondón, 2013) según muestra la figura 432. El término 'contundente' designa tanto al instrumento como a la acción que provoca una contusión. Esta se caracteriza por ser una lesión traumática en tejidos corporales causada por un impacto que a veces provoca ruptura de la piel o lesión visible en la superficie externa (Álvarez, s. f.).

El examen de objetos contundentes consiste en caracterizar la muestra, teniendo en cuenta sus medidas, tipo de objeto, composición de la muestra, masa, morfología de la superficie, estado de conservación, presencia de daños, adherencias, entre otros; a efectos de establecer su relación en determinado hecho delictivo, como ocasionar lesiones al aplicar fuerza por impacto con otro cuerpo.

Figura 432*Objetos contundentes*

Nota. Los objetos piedra y martillo, pueden ser utilizados como objetos contundentes y ocasionar lesiones al aplicar fuerza por impacto.



(a) Características de objetos contundentes

El objeto contundente se caracteriza por poseer masa significativa y bordes romos. Sin embargo, en ocasiones puede presentar salientes o esquinas, y dependiendo de la intensidad de la fuerza aplicada durante el impacto, puede generar lesiones contuso-cortantes al provocar la apertura de los tejidos (Rondón, 2013).

(b) Clasificación de los objetos contundentes.

- Naturales. Ejemplos: palos, piedras, animales (restos óseos)
- Articulares. Ejemplos: todos los modificados o creados por el hombre como el martillo, el ladrillo, entre otros.
- Profesionales. Ejemplos: vara de policía, manopla, guante de boxeo, pelota de fútbol (García, 2013).

iv) Exámenes en marcas de herramientas

Se consideran como marcas todas aquellas impresiones, huellas, alteraciones o modificaciones generadas sobre una superficie por la acción de cualquier instrumento u objeto rígido (Criminólogos, 2018). En la comisión de un robo o violación de domicilio con fractura o daño en puertas o cerraduras, la herramienta o instrumento utilizado, al contactar una superficie de menor dureza, deja marcas de efracción y/o impresiones características. Estas pueden permitir la individualización del instrumento empleado o, facilitar la identificación del tipo de herramienta causante del daño (Rosewarne, 2013). El examen de marcas de herramientas consiste en identificar, caracterizar las marcas ocasionadas por herramientas o instrumentos, las mismas que si se cuenta con dicha herramienta se puede homologar los daños.

(1) Clases de marcas

(a) Por compresión

Se denominan marcas por compresión a las impresiones generadas por herramientas o instrumentos rígidos (como martillos, mazos, palanquetas, tenacillas, alicates) al ejercer una fuerza vertical sobre una superficie más blanda. Estas incluyen las deformaciones producidas tanto por el impacto directo como por la presión sostenida (Martínez, 2016) según se observa en la figura siguiente:

Figura 433
Marcas por compresión



Nota. Eslabón de cadena con marcas visibles por compresión en la zona de fractura. Estas impresiones con deformación y falla por presión en el metal indican el uso de una herramienta de fuerza y corte como cizalla o alicate.



(b) Por desbalance

Los instrumentos más comúnmente empleados son el destornillador u otros similares, los cuales al deslizarse en paralelo sobre una superficie provocan raspaduras características (Martínez, 2016).

(c) Por fricción

Se denominan marcas por fricción a aquellas generadas por el contacto y desplazamiento de una herramienta (como lima o destornillador) sobre superficies apropiadas, tales como madera lacada, pintada o barnizada, y especialmente metales pulidos según se observa en la figura 434.

Figura 434
Marcas por fricción



Nota. Candado con marcas visibles por fricción en la superficie metálica. Estas señales sugieren la acción repetida de una herramienta de corte o raspado, empleada para debilitar o forzar el mecanismo de cierre durante un intento de efracción.

(d) Mixtas

Las marcas producidas por la acción conjunta de compresión y fricción pueden ser generadas por instrumentos tales como limas, sierras, palanquetas, destornilladores, llaves inglesas, entre otros; según se observa en la figura 435.

Figura 435
Marcas mixtas



Nota. Cerradura con marcas de compresión y fricción, indicativas del uso de herramientas para forzar o manipular el mecanismo durante un intento de efracción.



(e) Por corte

Estas marcas son originadas por el filo de herramientas o utensilios tales como hachas, cuchillos, navajas, tenazas y tijeras. En la superficie cortada se reflejan las irregularidades o mellas presentes en el filo, mientras que en el elemento cortante ocasionalmente pueden observarse adherencias del material seccionado; según se observa en la figura 436.

Figura 436

Marcas por corte



Nota. Candado con marcas de corte evidentes en el asa, ocasionadas por herramientas cortantes como sierras o cizallas. La superficie del asa presenta bordes lineales y estrías características de la acción mecánica sobre el metal durante el intento de apertura forzada.

(f) Por combustión

Estas marcas son originadas por la acción térmica empleada para cortar o perforar, mediante el empleo de herramientas como sopletes, lanzas térmicas, soldaduras por arco y otros dispositivos similares que utilizan calor para cumplir dicha función (Martínez, 2016) según se observa en la figura 437.

Figura 437

Marcas por combustión



Nota. Cerradura con marcas por combustión, evidentes en la decoloración y deformación térmica del metal, resultado de la exposición a altas temperaturas durante un intento de forzado.



b) Exámenes físico químicos

El examen físico químico comprende el conjunto de técnicas y procedimientos utilizados en diversas disciplinas científicas para determinar e identificar las características físicas y la composición química de una sustancia mediante métodos específicos. En el caso de examen físico comprende la determinación de sus propiedades como estado, masa, tamaño, color, olor, densidad, viscosidad, temperatura, punto de ebullición, punto de fusión, entre otros; y en el examen químico comprende el análisis desde dos enfoques principales: cualitativo, que identifica los componentes presentes, y cuantitativo, que determina la proporción o concentración de dichos componentes en la muestra.

Es fundamental resaltar el papel esencial de la química analítica y del análisis instrumental, ya que los avances tecnológicos en instrumentación permiten obtener resultados precisos y confiables, esenciales para sustentar metodologías y evidencias en el ámbito legal.

A lo largo del tiempo, la química analítica ha adquirido una relevancia destacada en la investigación criminal, particularmente para determinar la composición intrínseca de sustancias o elementos, desempeñando un papel fundamental como apoyo en el proceso científico de esclarecimiento de los delitos.

En consecuencia, los peritos ingenieros forenses desempeñan tres funciones esenciales: en primer lugar, realizar el análisis de las evidencias en el laboratorio; posteriormente, interpretar los datos obtenidos; y finalmente, respaldar los resultados a través de la testificación experta en el proceso judicial (Báez, 2017).

i) Métodos analíticos utilizados**(1) Método gravimétrico**

Método cuantitativo que implica la medición del peso de un material o sustancia antes y después de someterlo a una modificación. La medición se realiza comúnmente mediante una balanza analítica (Raffino, 2020).

(2) Métodos volumétricos

Denominados métodos de titulación o valoración, se trata de procedimientos cuantitativos que utilizan un reactivo de concentración conocida (sustancia valorante) para determinar la concentración de otro reactivo desconocido (analito) presente en la muestra, a través de una reacción química específica. Generalmente, se emplean indicadores químicos para señalar el punto final de dicha reacción (Raffino, 2020).

(3) Métodos instrumentales

Corresponde al análisis químico realizado mediante instrumentos que permiten medir propiedades específicas de los compuestos, tales como la intensidad de radiación absorbida o emitida, la cantidad de iones generados, entre otras. Este tipo de análisis se clasifica en:

(a) Métodos ópticos

Comprenden técnicas basadas en la interacción entre la radiación electromagnética y la materia, fundamentadas en fenómenos ópticos clásicos como la absorción, emisión, difracción y dispersión. Estos métodos abarcan un amplio rango del espectro electromagnético, desde los rayos gamma (γ) hasta las microondas, e incluyen técnicas como detectores de rayos gamma, la espectrofotometría UV-visible, la espectroscopia



infrarroja (IR), espectrometría de fluorescencia de rayos X, espectrometría de masas y la espectrometría de absorción atómica y espectroscopia Raman.

(b) Métodos electroquímicos

Estos métodos se fundamentan en las propiedades electroquímicas de las soluciones, permitiendo la medición de parámetros eléctricos en reacciones químicas. Un ejemplo representativo de esta categoría la potenciometría.

(c) Métodos de separación

Estos métodos se sustentan en la separación de los componentes de una sustancia en elementos o compuestos más simples. La cromatografía es un ejemplo, la cual representa una de las principales categorías de los métodos instrumentales por su eficacia en el análisis de mezclas complejas.

ii) Examen en evidencias de trazas de pintura

Se denomina evidencia traza a todo material de tamaño reducido o naturaleza frágil, cuya integridad puede verse comprometida con facilidad debido a su susceptibilidad a la pérdida o alteración. En la mayoría de los casos de accidentes de tránsito, los vehículos involucrados se retiran del lugar de los hechos; de acuerdo al principio de transferencia en la criminalística, una parte de la evidencia recolectada consiste en trazas de pintura automotriz o de otra calidad. El estudio de las características físicas de estos fragmentos permite identificar el vehículo del que provienen (Montero, 2016).

Entre las técnicas utilizadas, se encuentran las macroscópicas, microscopía electrónica de barrido (MEB) con detector de rayos X (DRX) y pruebas de solubilidad.

(1) Técnicas macroscópicas

Para la localización de fragmentos de pintura, especialmente cuando se encuentran mezclados con otras evidencias, el microscopio de campo claro constituye una herramienta esencial para la homologación de los daños. Por otro lado, el estereomicroscopio o microscopio óptico, resulta indispensable para el análisis detallado de la textura superficial, el espesor de las capas de pintura, la morfología y distribución de los pigmentos, la identificación del color y la secuencia de estratificación (particularmente en muestras automotrices), así como para realizar comparaciones entre una muestra cuestionada y otra de referencia (Cornago, 2016).

(2) Microscopía electrónica de barrido con detector de rayos X

Esta técnica ofrece una capacidad de resolución que alcanza hasta cinco o seis cifras decimales, permitiendo el análisis químico de componentes a escala microscópica. Esto facilita la caracterización y diferenciación precisa de los pigmentos y materiales de carga como rellenos o componentes metalizados presentes en cada una de las capas del recubrimiento de pintura, en la figura 438 se presenta el MEB con detector de rayos X (DRX) empleado por los peritos de ingeniería forense de la DIRCRI PNP.



Figura 438*Microscopio electrónico de barrido*

Nota. El microscopio electrónico de barrido (MEB) con detector de rayos X (DRX) empleado por los peritos de ingeniería forense de la DIRCRI PNP en el análisis forense para examinar trazas de pintura con alta resolución y detalle de su composición elemental, por ejemplo, en la comparación de pintura de vehículos involucrados en accidentes.

(3) Pruebas de solubilidad

Es posible realizar ensayos químicos básicos, como las pruebas de solubilidad, que implican la exposición de las trazas de pintura presentes en las muestras con diversos disolventes tales como acetona, cloroformo o tolueno, entre otros solventes orgánicos; con el fin de evaluar su comportamiento frente a dichos reactivos.

iii) Ensayos en hidrocarburos derivados de petróleo

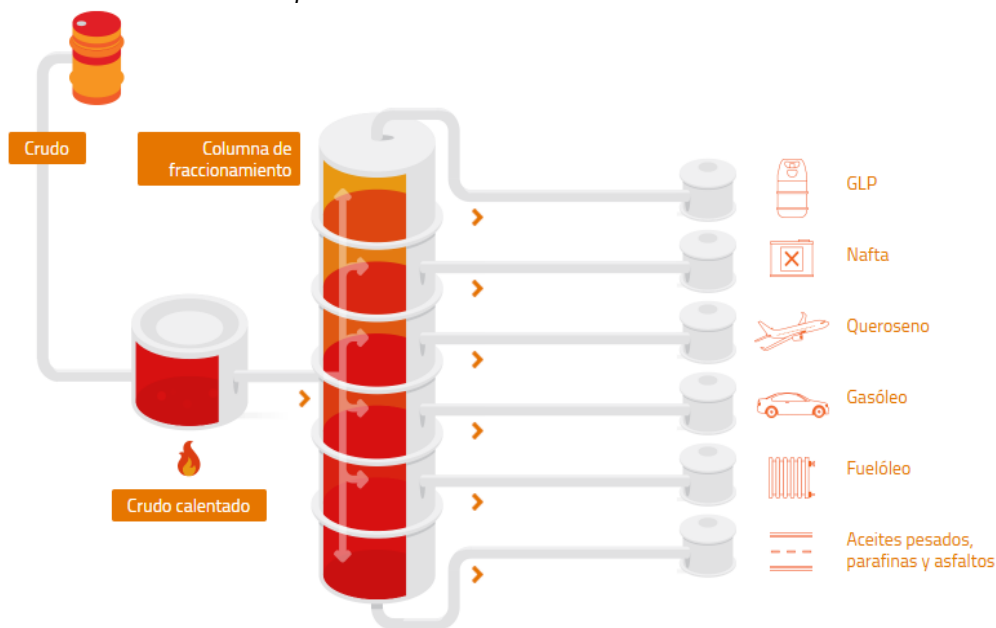
Se definen como hidrocarburos a los compuestos constituidos principalmente por átomos de carbono e hidrógeno. Los hidrocarburos de origen geológico natural, que se extraen en estado líquido, reciben la denominación genérica de petróleo.

El petróleo consiste en una mezcla compleja de compuestos orgánicos, principalmente hidrocarburos, caracterizados por su insolubilidad en agua. Comúnmente se le llama petróleo crudo o simplemente crudo.

Este recurso se encuentra de forma natural en reservorios de roca sedimentaria, específicamente en formaciones geológicas que se desarrollan en ambientes marinos (Continuemos estudiando, 2023). Del petróleo crudo se derivan una amplia variedad de productos, entre los cuales se encuentran los combustibles líquidos, como se muestra en la figura 439 y la siguiente tabla:



Figura 439
Proceso de refinamiento del petróleo



Nota. El proceso de refinamiento del petróleo, donde se obtienen diversos productos derivados como gas, gasolina, diésel, queroseno y lubricantes. Esta clasificación es relevante en criminalística para la identificación y análisis de hidrocarburos en contextos forenses. Figura extraída de Repsol (2025).

Tabla 16
Principales fracciones del petróleo

Derivado	Temperatura de Destilación	Nº de Átomos de Carbono
Productos ligeros:		
Gas natural	-161 °C a 20 °C	C ₁ a C ₄
Éter de petróleo	30 °C a 60 °C	C ₅ a C ₆
Ligroína	20 °C a 135 °C	C ₇
Gasolina	30 °C a 180 °C	C ₆ -C ₁₂
Productos medianos		
Kerosene	170 °C a 290 °C	C ₁₁ a C ₁₆
Aceite combustible para calefacción	260 °C a 350 °C	C ₁₄ a C ₁₈
Productos pesados:		
Aceite lubricante	300 °C a 370 °C	C ₁₅ a C ₂₄

Nota. Principales fracciones del petróleo, clasificadas según su rango de temperatura de destilación. Tomado de Chang y College (2017).

Los ensayos de hidrocarburos derivados del petróleo consisten en el análisis organoléptico, el proceso de destilación fraccionada, ensayo de punto de inflamación, análisis por espectrometría infrarroja, con el objetivo de determinar las características y composición de las mezclas de hidrocarburos derivados del petróleo.

(1) Adulteración de hidrocarburos derivados del petróleo

La adulteración de hidrocarburos derivados del petróleo es un proceso deliberado que consiste en sustituir parcialmente el volumen de un combustible por otro de composición molecular similar, pero con propiedades fisicoquímicas distintas y menor valor comercial, con el propósito de obtener beneficios económicos ilícitos (Matos, 2002); sus efectos no suelen ser detectados de manera inmediata por los consumidores, manifestándose progresivamente mediante fallas mecánicas, pérdida de eficiencia operativa, alteraciones en los sistemas de combustión y deterioro de los componentes del vehículo. En el Perú, la comercialización de combustibles líquidos y otros productos derivados de los hidrocarburos se encuentra regulada por el Decreto Supremo N.° 045-2001-EM, el cual establece el cumplimiento de especificaciones técnicas y estándares de calidad para su distribución y comercialización. Asimismo, el Decreto Supremo N.° 007-2020-MINAM aprueba los Índices de Nocividad de Combustibles (INC), instrumento orientado a evaluar el impacto ambiental y los efectos contaminantes derivados del uso de combustibles, contribuyendo al control técnico y pericial de su calidad (Ministerio de Energía y Minas, 2001; Ministerio del Ambiente, 2020).

Las modalidades más comunes de adulteración de hidrocarburos derivados del petróleo incluyen:

- La mezcla de gasolinas de alto octanaje con combustibles de menor octanaje.
- La combinación de diésel con kerosene u otros hidrocarburos de menor costo comercial.
- La incorporación de solventes industriales en gasolinas.

Desde el ámbito de la ingeniería forense, la identificación de estas adulteraciones requiere análisis físico-químicos especializados que permitan determinar variaciones en parámetros como el índice de octano, densidad, viscosidad y composición molecular del combustible (Alca, 2007; Ministerio de Energía y Minas, 2021).

(2) Técnicas utilizadas para el ensayo en hidrocarburos derivados del petróleo:

(a) Análisis organoléptico

Consiste en determinar las propiedades organolépticas de los hidrocarburos derivados del petróleo, como son: color, olor, número de fases, presencia de partículas o sedimentos de combustibles, consistencia.

(b) Destilación

La destilación fraccionada es una operación de separación física utilizada para fraccionar mezclas líquidas en función de las diferencias en sus puntos de ebullición. Este proceso se aplica cuando los componentes presentan temperaturas de ebullición cercanas, permitiendo su separación mediante múltiples etapas de vaporización y condensación dentro de una columna de fraccionamiento. En el ámbito de los hidrocarburos derivados del petróleo, esta técnica constituye un principio fundamental en la refinación, ya que permite la obtención de fracciones como gasolinas, queroseno y diésel a partir del petróleo crudo. Asimismo, su fundamento teórico es empleado en el análisis y caracterización de combustibles en estudios de control de calidad e ingeniería forense, donde se evalúan posibles alteraciones o adulteraciones mediante el comportamiento de las curvas de destilación (Chang & Goldsby, 2016; Brown et al., 2018).



Figura 440*Equipo de destilación para hidrocarburos derivados del petróleo*

Nota. El equipo de destilación fraccionada utilizado por los peritos ingenieros forenses de la DIRCRI PNP para la separación y análisis de componentes en muestras de hidrocarburos derivados del petróleo.

Fundamento de la técnica

El fundamento de la destilación fraccionada se basa en el equilibrio líquido-vapor de los componentes de una mezcla, el cual establece que cada sustancia posee una presión de vapor característica que depende de su temperatura. Cuando una mezcla líquida es calentada, los componentes más volátiles (menor punto de ebullición) pasan preferentemente a la fase de vapor, mientras que los menos volátiles permanecen en fase líquida. Al ascender el vapor a través de una columna de fraccionamiento, se producen múltiples ciclos de condensación y vaporización en función del gradiente de temperatura, lo que permite una separación progresiva de los componentes según su volatilidad relativa. Este principio es ampliamente descrito en química general y constituye la base termodinámica de los procesos industriales de refinación de petróleo y del análisis fisicoquímico de combustibles en contextos forenses (Chang & Goldsby, 2016; Brown et al., 2018).

(c) Punto de inflamación

También conocido como punto de inflamabilidad, indica la temperatura más baja a la que un líquido emite suficientes vapores para formar una mezcla inflamable con el aire, que puede encenderse al contacto con una fuente de ignición.

(d) Análisis por espectroscopia infrarroja

El análisis por espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) es una técnica instrumental utilizada para analizar e identificar hidrocarburos derivados del petróleo. Esta técnica se basa en la interacción de la luz infrarroja con las moléculas, donde diferentes enlaces químicos absorben longitudes de onda específicas, generando un espectro único para cada sustancia. Se requiere una cantidad mínima 5 mL para el análisis.



iv) Revenido químico en soportes metálicos

El revenido químico en soportes metálicos es el procedimiento mediante el cual se recuperan guarismos u otras inscripciones que han sido borrados o modificados en una superficie metálica. Durante el grabado original, se genera una deformación en la estructura cristalina del metal, la cual permanece bajo la zona marcada, incluso después de la eliminación o alteración de los números o marcas.

Esta técnica se utiliza para la recuperación de numeraciones en motores, chasis, placas de producción y accesorios metálicos de vehículos motorizados, así como para la restauración de números eliminados en armas de fuego, números de serie o códigos presentes en maquinaria, herramientas y cualquier otro objeto identificado mediante numeración que haya sido desgastado, borrado o rellenado. Cuando se detectan irregularidades que cuestionan la autenticidad de las numeraciones, se procede a la recuperación de los números originales que han sido eliminados, especialmente en aquellos casos donde han sido reemplazados por numeraciones apócrifas o adulteradas (números regrabados).

El revenido químico se lleva a cabo mediante la aplicación de reactivos con alto poder oxidante, siendo eficaz en la mayoría de metales que reaccionan favorablemente al ataque en frío. El tratamiento es gradual; entre cada aplicación del reactivo y el enjuague posterior, se requiere observar cuidadosamente, bajo buena iluminación y en ocasiones con lupa, con el fin de identificar la reaparición de las numeraciones eliminadas (Testori, 2021).

(1) Fundamento de la técnica

En superficies metálicas donde la identificación alfanumérica ha sido eliminada por medios mecánicos, es posible regenerarla o revelarla mediante la aplicación de reactivos químicos, principalmente ácidos formulados específicamente para interactuar con dichos metales. Al aplicar el reactivo químico sobre la superficie metálica, este actúa removiendo con mayor rapidez las áreas no sometidas a compresión en comparación con las zonas previamente comprimidas. De este modo, se logra revelar las marcas de identificación originales.

El área sometida a compresión presenta una reacción diferencial frente al reactivo químico en comparación con la zona circundante. Este contraste facilita la visualización de los caracteres grabados, dado que la región plásticamente deformada exhibe propiedades fisicoquímicas distintas a las de las áreas no afectadas. Entre las alteraciones que experimenta el metal en la zona modificada se encuentran: reducción de la ductilidad, cambios en las propiedades magnéticas y un incremento en la dureza.

La disparidad en dureza es aprovechada mediante técnicas como el ataque químico, la cavitación ultrasónica o el pulido superficial. Paralelamente, las variaciones en las propiedades magnéticas se emplean en el método de revelado utilizando partículas magnéticas (Laj, 2014).

(2) Técnicas de eliminación de números de serie en soporte metálico

(a) Borrado puro y simple de dígitos

Comúnmente, mediante la utilización de materiales abrasivos se suprime la superficie grabada, generando un área desprovista de cualquier identificación perceptible. En estos casos, es posible observar vestigios de limado o rebajamiento en las áreas donde originalmente se encontraban los códigos alfanuméricos de identificación. Este acto tiene



como único propósito borrar el número de serie original, sin la intención de insertar uno nuevo en su lugar, sino simplemente dejar ilegible el código para dificultar o impedir su identificación.

Durante el proceso de desgaste, llevado a cabo comúnmente con herramientas como pulidoras, esmeriladoras, lijas, limas o limatones, los caracteres pueden eliminarse completamente hasta la base, provocando la eliminación total de los dígitos. Sin embargo, si el desgaste no se realiza en exceso o no alcanza una profundidad significativa, las marcas originales pueden ser recuperadas mediante métodos técnicos adecuados. En cambio, si la eliminación del material se extiende en demasía, alcanzando capas profundas del metal, la restauración de los caracteres será imposible (Laj, 2014).

(b) Borrado de los dígitos originales y grabación posterior de nuevos dígitos

Esta operación se efectúa directamente sobre la superficie que albergaba los dígitos originales. La dimensión, morfología, alineación, espaciado y profundidad de la grabación falsificada intentan imitar las características originales de fábrica. Lo habitual es que el autor de la alteración, tras desgastar, pulir o esmerilar la zona correspondiente al código de identificación, proceda a reemplazarla con una numeración apócrifa.

Este procedimiento consiste en la inserción de caracteres mediante martillado con cuños o matrices que reproducen el estilo y tamaño de los originales, generando una nueva deformación en la estructura metálica que, en parte, solapa la deformación residual dejada por la numeración original. No obstante, esta intervención resulta fácilmente identificable, dado que cada fabricante aplica procedimientos específicos para la marcación de los números de identificación, lo que implica variaciones en la forma, el tamaño y la tipografía de los caracteres, no solo entre distintos fabricantes, sino también entre modelos o series de un mismo fabricante.

Estas discrepancias se hacen evidentes al contrastarlas con los cuños empleados por el falsificador. Asimismo, como se mencionó anteriormente, cada carácter del número de identificación contiene un valor codificado, cuya correcta interpretación requiere del conocimiento técnico especializado por parte del perito ingeniero forense (Laj, 2014).

(c) Transformación total o parcial sobre los dígitos originales

Esta modalidad de alteración se basa en la modificación parcial de los caracteres originales. En la práctica, este tipo de intervención deja evidencias visibles, ya que el falsificador intenta modificar los dígitos mediante técnicas de regrabado, buscando similitud estructural entre los caracteres. Por ejemplo, puede convertir un número 3 en un 8, un 1 en un 4, o un 9 en un 0, y viceversa.

Se han documentado modalidades de alteración más elaboradas, caracterizadas por el empleo de técnicas avanzadas destinadas a dificultar su detección, en los cuales el falsificador logra modificar caracteres que no guardan compatibilidad morfológica evidente, como transformar un 5 en un 8 o un 2 en un 8. Este tipo de alteración es poco frecuente y suele estar asociado a falsificadores con mayor pericia técnica. A diferencia de otras formas de adulteración, en este caso no se recurre necesariamente a la eliminación del metal mediante pulido o desgaste para luego remarcar una nueva numeración. En su lugar, se transforma un carácter existente aprovechando su morfología original. Esta alteración se



realiza mediante el martillado del dígito con punzones, cinces o cuños de tamaño y estilo similar al original. Aunque a simple vista puede no ser fácilmente perceptible, un examen detallado bajo aumento revelará discontinuidades en los contornos, desniveles en la estampación y otras marcas características del proceso de alteración. El nivel de deformación generado en la estructura metálica como resultado de este procedimiento puede presentar variaciones dependiendo de la técnica aplicada y de las características del material, y si la alteración es detectada a tiempo, es posible recuperar la numeración original (Laj, 2014).

- (d) Colocación de soldadura sobre una superficie donde se inserte una numeración y grabación posterior sobre esta soldadura

Esta intervención resulta fácilmente detectable, dado que las diferencias en el aspecto superficial entre el área intervenida mediante soldadura y el resto del material metálico permiten identificar anomalías con relativa facilidad. El procedimiento implica la fusión por soldadura de uno o más dígitos del número de identificación serial. Posteriormente, se realiza un pulido o limpieza exhaustiva de la superficie intervenida para obtener un acabado homogéneo, tras lo cual se procede a inscribir una nueva numeración mediante el uso de cuños o matrices que reproducen el tamaño y estilo de los caracteres originales.

Cuando los caracteres han sido eliminados mediante este método de fusión, la recuperación de la numeración original se vuelve prácticamente imposible, debido a que la deformación inicial del metal queda completamente alterada por el intenso calor generado durante la soldadura.

Sin embargo, la presencia de puntos o rastros de soldadura en el área correspondiente al número de identificación es un indicio evidente de una posible falsificación. Estos vestigios son fácilmente detectables, ya que la textura, coloración y composición del material soldado difieren visiblemente del resto de la pieza. Esta evidencia amerita el inicio de una investigación más profunda, orientada a determinar la autenticidad del número y la posible comisión de un acto ilegal (Laj, 2014) según se observa en la figura 441.

Figura 441

Insertión de numeración y grabación posterior sobre superficie metálica



Nota. La figura muestra la adición de números de serie sobre superficie metálica. Este procedimiento puede formar parte de intentos de falsificación o modificación de la numeración original.





(3) Tipos de restauración

- (a) Total: se refiere a la recuperación completa de todos los dígitos, letras o símbolos que conforman el número de serie.
- (b) Parcial: ocurre cuando únicamente se logra restaurar una parte de los caracteres que integran el número de serie.
- (c) Nulo: se presenta cuando no es posible revelar ningún dígito, letra o marca del número de serie.

La efectividad de la restauración estará condicionada por el nivel de deterioro o modificación de la superficie que contiene el número de serie, así como por la técnica empleada durante el proceso de recuperación (Sánchez, 2016). Los resultados obtenidos varían según el método empleado para borrar o alterar la identificación.

(4) Métodos de restauración

- (a) Electromagnético: este método no invasivo consiste en la aplicación de partículas magnéticas finamente dispersas sobre una muestra previamente magnetizada. Las partículas se desplazan y concentran en áreas donde existen grietas o discontinuidades, facilitando así la identificación de defectos superficiales (Sánchez, 2016).
- (b) Térmico: este procedimiento es catalogado como destructivo, debido a que la superficie sometida debe ser expuesta a una llama de acetileno. Para obtener resultados precisos, el grabado térmico implica calentar la muestra a altas temperaturas en un ambiente inerte o al vacío. Durante este proceso, se produce vaporización sin etapas definidas de fase, lo que posibilita la observación detallada de la microestructura metálica (Sánchez, 2016).
- (c) Químico: el examen macroscópico es el aspecto metalográfico fundamental en la restauración de números de serie, ya que ofrece una visión panorámica de las principales características estructurales presentes en la muestra (Sánchez, 2016).
- (d) Cavitación: genera grabados mediante la aplicación de agua destilada sometida a vibración en un estado de cavitación ultrasónica (Alvarado, 2005).
- (e) Electroquímico: se emplea una fuente de alimentación para aplicar la solución química sobre la superficie metálica. El metal se conecta al terminal positivo (+), mientras que el hisopo está unido al terminal negativo (-) mediante una pinza metálica (Alvarado, 2005).
- (f) En la actualidad, los peritos de la especialidad de ingeniería forense de la DIVLACRI-DIRCRI PNP, aplican el método de restauración química para la recuperación de numeraciones alteradas.

(5) Reactivos químicos para metales ferrosos

- Reactivo de Davis: este reactivo está recomendado para su uso en hierro y acero, y se compone de los siguientes ingredientes en las proporciones indicadas:
- 5 g cloruro cúprico (CuCl_2 deshidratado)
- 50 mL ácido clorhídrico (HCl)



- 50 mL agua destilada (H_2O)
- Reactivo de Turner: presenta alta eficacia para hierro y acero, similar al reactivo de Davis, y está constituido por los siguientes componentes en sus proporciones específicas:
 - 2.5 g cloruro de cobre ($CuCl_2$ deshidratado)
 - 40 mL ácido clorhídrico (HCl)
 - 25 mL etanol (C_2H_5OH)
 - 30 mL agua destilada (H_2O)
 - Reactivo Fry
 - 90 g de cloruro cúprico ($CuCl_2$ deshidratado)
 - 360 mL de ácido clorhídrico (HCl)
 - 200 mL de agua desmineralizada (H_2O)

(6) Reactivos químicos para metales no ferrosos

(a) Cloruro férrico

Indicada para aleaciones de aluminio, esta solución se compone de los siguientes ingredientes en las cantidades especificadas:

- 25 g cloruro férrico ($FeCl_3$)
- 100 mL agua destilada (H_2O)

Se recomienda la aplicación de una solución al 25 % de ácido nítrico combinada con cloruro férrico para potenciar la reflectividad del metal.

(b) Cloruro de hierro ácido

- 25 g cloruro férrico ($FeCl_3$)
- 25 mL ácido clorhídrico (HCl)
- 100 mL agua destilada (H_2O) (Girón, 2014)

v) Análisis de residuos de hidrocarburos derivados de petróleo

Se definen como residuos de hidrocarburos derivados de petróleo las cantidades mínimas de compuestos como gasolina, diésel y otros hidrocarburos derivados del petróleo, que permanecen adheridos a prendas textiles, madera o recipientes tras eventos de contaminación, incendio provocados o accidentales.

(1) Etapas para análisis de residuos de hidrocarburos de petróleo

- Extracción: se lleva a cabo la extracción de las moléculas presentes en los residuos de hidrocarburos derivados del petróleo utilizando un solvente orgánico con bajo punto de ebullición, con el propósito de preparar la muestra para su posterior análisis mediante cromatografía de gases.
- Cromatografía de gases: La cromatografía de gases es una técnica analítica comúnmente empleada para separar, identificar y cuantificar compuestos orgánicos volátiles presentes



en mezclas tanto simples como complejas. Se puede utilizar cromatografía de gases con detector de ionización de flama o detector de masas. Este método se basa en la distribución de los analitos entre una fase estacionaria, caracterizada por una elevada área superficial, y una fase móvil gaseosa que circula a través o a lo largo de dicha fase (Savage, 2004).

(i) Fundamento de la técnica

Es el proceso mediante el cual las moléculas se distribuyen entre una fase móvil, que generalmente es gaseosa, y una fase estacionaria, que puede encontrarse en estado sólido o líquido.

(ii) Cromatógrafo de gases

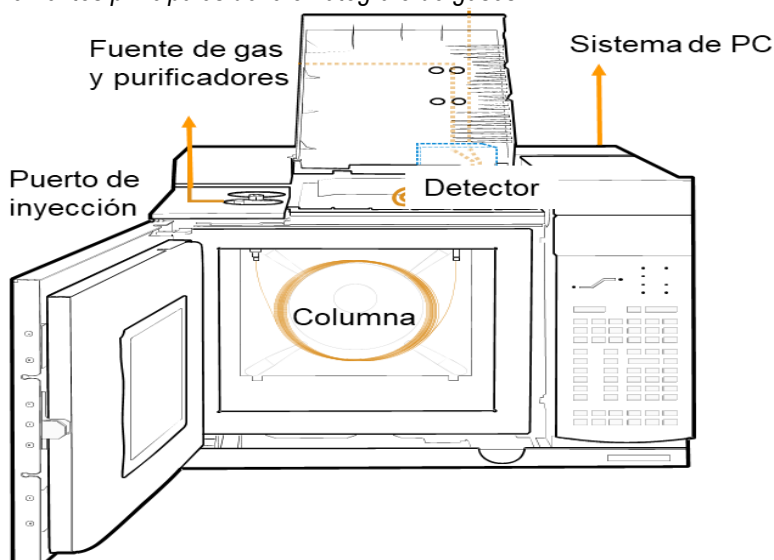
El cromatógrafo de gases es un equipo instrumental utilizado para la separación de compuestos, conformado por los siguientes componentes esenciales:

- Una fuente de gas portador, previamente purificado y regulado, encargada de transportar la muestra a través del sistema.
- Un inyector, cuya función incluye la vaporización de las muestras líquidas para su adecuada introducción en la columna.
- Un detector, que responde generando variaciones en su señal eléctrica conforme los distintos componentes se separan y atraviesan la columna.
- Un sistema de salida, destinado a la interpretación de los datos obtenidos durante el análisis (Agilent technologies, 2016).

En la figura 442 se muestran los elementos principales del cromatógrafo de gases.

Figura 442

Elementos principales del cromatógrafo de gases



Nota. Cromatógrafo de gases con sus elementos principales señalados. Este equipo es utilizado en criminalística para el análisis de residuos de combustibles, mediante la separación e identificación de compuestos orgánicos volátiles. Tomado de Agilent Technologies (2016).

Se requieren tres pasos principales en la separación y la identificación de los componentes de una mezcla mediante un GC. Ellos son:



1. Inyectar una muestra en el GC (se realiza en el inyector).
2. Separar la muestra en componentes individuales (se realiza dentro de la columna del horno).
3. Detectar qué compuestos había en la muestra (se realiza en el detector) (Agilent Technologies, 2016).

El laboratorio de ingeniería forense cuenta con un (01) cromatógrafo de gases, según se observa en la figura 443.

Figura 443
Cromatógrafo de gases



Nota. Cromatógrafo de gases utilizado en el laboratorio de ingeniería forense de la DIRCRI PNP para el análisis de residuos de combustibles mediante la identificación de compuestos volátiles.

vi) **Análisis de minerales**

Los minerales pueden ser identificados a partir de sus características estructurales, las cuales hacen referencia a la disposición interna de sus partículas, así como por medio de sus propiedades físicas, ópticas y químicas. Este proceso de identificación requiere la aplicación de diversas técnicas e instrumentos analíticos, como el análisis químico, la difracción y fluorescencia de rayos X, o el uso del microscopio petrográfico, entre otros.

Sin embargo, en muchas situaciones es posible reconocer ciertos minerales sin necesidad de recurrir a métodos complejos ni equipos especializados. Para ello, basta con llevar a cabo observaciones directas relativamente simples (reconocimiento a visu), enfocándose en aspectos como el hábito cristalino, la densidad relativa, el brillo, el grado de transparencia, la dureza, entre otras propiedades observables (Introducción a la geología, 2012).

- (1) **Minerales:** los minerales son componentes naturales y materialmente individuales de la corteza rígida.



(2) Clasificación de los minerales: la clasificación más ampliamente reconocida y oficialmente aceptada de los minerales es la basada en los sistemas químicos propuestos por Dana o Strunz, conocidos por su enfoque sistemático en la organización mineralógica.

(a) Elementos nativos: son aquellos que se presentan en la naturaleza en estado puro, es decir, sin estar químicamente combinados con átomos de otros elementos. Algunos ejemplos representativos de esta categoría son el oro (Au), la plata (Ag), el cobre (Cu), el azufre (S) y el diamante (C) (Griem, 2020).

(b) Los sulfuros: son compuestos que se diferencian entre sí según la proporción existente entre el metal y el azufre en su estructura química. Dentro de este grupo se encuentran la galena (PbS), la esfalerita (ZnS), la pirita (FeS₂), la calcopirita (CuFeS₂) y la argentita (Ag₂S) (Griem, 2020).

(c) Haluros: los aniones distintivos de este grupo corresponden a los halógenos flúor (F), cloro (Cl), bromo (Br) e yodo (I), los cuales se encuentran combinados con cationes de gran tamaño y baja valencia. Entre los minerales representativos se encuentran la halita (NaCl), la silvinita (KCl) y la fluorita (CaF₂) (Griem, 2020).

(d) Los óxidos e hidróxidos: los óxidos son compuestos formados por metales que se combinan con oxígeno, el cual actúa como anión. Algunos ejemplos representativos de este grupo incluyen la cuprita (Cu₂O), el corindón (Al₂O₃), la hematita (Fe₂O₃), el cuarzo (SiO₂), el rutilo (TiO₂) y la magnetita (Fe₃O₄).

Los hidróxidos se caracterizan por la presencia de iones hidróxido (OH⁻) o moléculas de agua (H₂O) en su estructura. Entre los ejemplos más representativos se encuentran la limonita (FeOOH), la goethita (α-FeOOH) y la lepidocrocita (γ-FeOOH) (Griem, 2020).

(e) Los carbonatos: el anión presente en este grupo corresponde al radical carbonato (CO₃)²⁻. Algunos ejemplos destacados incluyen la calcita (CaCO₃), la dolomita (CaMg(CO₃)₂) y la malaquita (Cu₃[(OH)₂/CO₃]) (Griem, 2020).

(f) Los sulfatos, wolframatos, molibdatos y cromatos: en los sulfatos, el anión está formado por el grupo (SO₄)²⁻, donde el azufre presenta una valencia de 6+. Ejemplos típicos de este grupo son la barita (BaSO₄) y el yeso (CaSO₄·2H₂O).

Por otro lado, en los wolframatos, el anión corresponde al grupo wolframato (WO₄)⁴⁻, siendo representativo el mineral scheelita o esquilita (CaWO₄) (Griem, 2020).

(g) Los fosfatos, arseniatos y vanadatos: en los fosfatos, el complejo aniónico predominante es el (PO₄)³⁻, como ocurre en la apatita (Ca₅[(F, Cl, OH)/PO₄]₃). Los arseniatos contienen el grupo aniónico (AsO₄)³⁻, mientras que los vanadatos presentan el (VO₄)³⁻ como su complejo aniónico característico. Ejemplos de estos minerales incluyen la apatita (Ca₅[F, PO₄]₃) y la fosfosiderita ((Mn²⁺, Fe²⁺)₂(O₄)(F, OH)) (Griem, 2020).

(h) Los silicatos: Este constituye el grupo más numeroso dentro de los minerales que forman las rocas, caracterizado por presentar como anión principal los grupos silicato del tipo (SiO₄)⁴⁻ (Griem, 2020); en la siguiente tabla se muestran las menas para los diferentes grupos.





Tabla 17

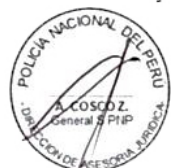
Mena por grupo

	Óxidos O / O₂ / ...	Sulfatos - SO₄	Sulfuros - S / S₂	Silicatos - SiO_x	Haluros - Cl	Carbonato - CO₃
Cu	Cuprita Cu ₂ O Tenorita	Antlerita Cu ₃ [(OH) ₄] SO ₄ Brochantita Chalcantita Kroenkita Linarita PbCu[(OH) ₂ /SO ₄]	Bornita Calcosina Calcopirita Covelita Covelina (CuS) Digenit Enargita Tenantita Tetraedrita Cu ₃ SbS _{3,25} Estannita	Crisocola Dioplas	Atacamita Nantokita	Malaquita
Fe	Magnetita Hematita Goethita Lepidocrocita Ilmenita: FeTiO ₃ Chromita (+Cr)	Melanterita Copiapita Coquimbita Jarosita	Pirita Marcasita Pirrotina / Pirrotita (FeS) Pentlandita Lollingita (+Ag)	Almandina Fayalita		Siderita Ankerita
Mg	Espinella Brucita	Kieserita		Talco Serpentín		Dolomita Magnesita
Pb		Cocoita (Cr) Wulfenita Pb(MgO ₄) Linarita PbCu[(OH) ₂ /S O ₄]	Galena			Cerusita
Ti	Rutilio (TiO ₂) Ilmenita: FeTiO ₃ Anastasa Brookita	Anastasa Brookita		Titania		
Mn	Pirolusita Manganita Hausmannita			Braunita Rodonita		Rodocrosita

Nota. La tabla muestra las menas de los grupos de óxidos, sulfatos, sulfuros, silicatos, haluros y carbonato. Tomado de: Apuntes Geología General (Griem, 2020).

(1) Técnicas para la caracterización y análisis de minerales

- Microscopia óptica.
- Ensayos realizados mediante vía húmeda.
- Ensayo al fuego (Fire Assay), método clásico e instrumental.
- Espectrometría de absorción atómica.
- Microscopia electrónica de barrido.





- Espectrometría de fluorescencia de rayos X.

Para la identificación de un mineral sin recurrir a técnicas complejas se pueden seguir los siguientes pasos:

- Reconocer su hábito cristalino a simple vista o mediante el uso de una lupa.
- Analizar características como el color, brillo, grado de transparencia, presencia de exfoliaciones y fracturas.
- Medir propiedades físicas como la densidad relativa, la dureza y el color de la raya.
- Evaluar propiedades adicionales que pueden incluir la solubilidad, magnetismo, olor, sabor, textura y la reacción ante ciertos ácidos.

vii) Análisis químico de aleaciones

Una aleación es una sustancia metálica resultante de la combinación de al menos un metal con otros metales o elementos no metálicos. Estas mezclas constituyen ejemplos comunes de soluciones sólidas, donde el metal predominante actúa como solvente y los componentes restantes funcionan como solutos. Las aleaciones han sido conocidas y utilizadas desde tiempos antiguos; entre las primeras se encuentran el latón y el bronce. El latón es una combinación de cobre y zinc, mientras que el bronce está compuesto por cobre y estaño (Gonzales, 2021). En la actualidad, las aleaciones son comúnmente utilizadas, empleándose en estructuras como tubos que forman el armazón de edificios modernos, así como en aeronaves y naves espaciales de última generación (Gonzales, 2021).

Los productos metalúrgicos suelen ser blanco frecuente de actividades delictivas, incluyendo fraudes en su comercialización, estafas y robos recurrentes. Es común que estos ilícitos involucren joyas y objetos fabricados con metales preciosos, concentrados de cobre o plomo debido a su valioso contenido de plata, así como piezas y repuestos usados de maquinaria que han sido reparados o reconstruidos y posteriormente vendidos como si fueran nuevos.

(1) Aleaciones más comunes

Dentro de las aleaciones más relevantes en el ámbito industrial y de uso habitual en la vida diaria, se pueden destacar los siguientes:

- Acero: aleación compuesta principalmente por hierro y carbono, cuyo contenido de carbono no excede el 2%, junto con cantidades menores de otros elementos.
- Acero inoxidable: variante del acero que incluye al menos un 10.5% de cromo, y generalmente también níquel y otros elementos, con el propósito de mejorar su resistencia a la corrosión química.
- Bronce: aleación en la que el cobre es el metal base, mezclado con estaño en proporciones que varían entre el 3% y el 20%.
- Cuproníquel: aleación constituida por cobre y níquel.
- Cuproaluminio: aleación formada por cobre y aluminio.
- Amalgamas: aleaciones que contienen mercurio combinado con otros metales, caracterizadas por su consistencia pastosa.
- Alpaca: aleación de cobre (45 – 70%), zinc (8 – 45%) y níquel (15 – 26%).





- Latón: aleación de cobre y zinc.
- Peltré: aleación de estaño con cobre, plomo y antimonio.
- Oro 18k: aleación que contiene un 75% de oro puro junto con otros metales como cobre, níquel o zinc.
- Oro blanco: aleación de oro con metales blancos como plata, paladio o níquel.
- Plata de ley: aleación principalmente de plata con otro metal, comúnmente cobre.
- Zamax: aleación compuesta por zinc, aluminio, magnesio y cobre.

(2) Técnicas utilizadas

- Ensayos por vía húmeda.
- Microscopía electrónica de barrido.
- Espectrometría de fluorescencia de rayos X.
- Ensayo al fuego (Fire Assay).

viii) Análisis de productos químicos

Un producto químico está constituido por uno o varios compuestos químicos que le confieren una función específica. Estos compuestos, a su vez, son sustancias integradas por dos o más elementos presentes en la tabla periódica. Generalmente, los productos químicos incluyen un principio activo, responsable de su acción principal, acompañado de diversos excipientes que optimizan su eficacia.

Dependiendo de sus propiedades, los productos químicos pueden emplearse en tareas de limpieza, desinfección, control de plagas o en diversos procesos industriales. Por esta razón, su uso es común tanto en entornos fabriles como en viviendas particulares y áreas agrícolas, entre otros. Cabe señalar que, si bien muchos productos químicos ofrecen beneficios en distintos ámbitos, también pueden representar un riesgo significativo.

Algunos de estos compuestos pueden generar lesiones dérmicas, como quemaduras o úlceras, al entrar en contacto con la piel. Otros pueden producir intoxicaciones cuando se inhalan o ingieren, incluso de forma accidental. Asimismo, ciertos productos presentan peligros asociados a su inflamabilidad, lo que implica que, bajo condiciones de alta temperatura, pueden detonar y provocar incendios (Pérez y Gardey, 2015).

Los productos químicos industriales que llegan al laboratorio, provienen de casos de investigación por delitos de estafa como adulteración, contra la salud pública (alimentos, bebidas), para realizar análisis de acuerdo a su naturaleza o características.

El análisis de productos químicos se lleva a cabo mediante:

- Ensayos por vía húmeda y gravimetría.
- Equipos instrumentales como: FTIR, MEB, entre otros.

Asimismo, en casos de adulteración se requiere que la unidad de investigación proporcione una muestra patrón, a fin de realizar su homologación con la muestra incriminada (envase, etiquetado, color, otros).



(1) Análisis de residuos de explosivos

(i) Fundamentos del análisis de residuos de explosivos

El análisis forense de residuos explosivos estudia partículas, iones, compuestos orgánicos e inorgánicos que permanecen después de una detonación con el objetivo de identificar el material explosivo, su origen y posibles condiciones de uso (Huri et al., 2017).

(ii) Técnicas de muestreo y recuperación de residuos

1. Swabbing: se utilizan hisopos húmedos con solventes (como etanol, metanol o alcohol isopropílico) para recolectar residuos de superficies no porosas.
2. Extracción con solvente y ultrasonido: eficaz en superficies porosas; se utilizan mezclas de metanol-agua y se aplica ultrasonido para maximizar recuperación.
3. Vacío o raspado: para recoger partículas débiles o adheridas a superficies (Beveridge et al., s.f.).

(iii) Técnicas instrumentales de análisis

1. Pruebas presuntivas: son pruebas rápidas químicas que señalan presencia de posibles explosivos mediante reacciones de color, como las pruebas con el uso de aerosoles que detectan niveles de trazas y sustancias de explosivos, como lo son compuestos del grupo nitroaromáticos, del grupo de nitroesteres y nitroaminas y nitratos inorgánicos.
2. Microscopía y espectroscopía

El uso de microscopía electrónica de barrido (SEM) y espectroscopía por dispersión de energía (EDS) permite observar la morfología de las partículas post-detonación y su composición elemental. Por ejemplo, residuos de explosivos con nitrato de amonio y aluminio presentan formas esféricas, mientras que explosivos de alto poder como RDX generan partículas irregulares (Abdul et al., 2016).

3. Espectroscopía infrarroja

Estas técnicas permiten identificar la estructura molecular de compuestos explosivos, especialmente cuando se utilizan en combinación con técnicas cromatográficas. Son útiles para análisis no destructivos de residuos (Huri et al., 2017).

4. Interpretación

Los datos instrumentales obtenidos, servirán para clasificar los explosivos y vincularlos con materiales comerciales, militares o artesanales. Esta etapa es crucial en contextos judiciales donde la identificación precisa del explosivo puede vincular a un sospechoso con la escena del crimen (Beveridge et al., s.f.).



c) Análisis de residuos de disparo por arma de fuego

i) Concepto

Al momento de accionarse un arma de fuego, se libera una nube de gases que se expande en forma de un cono de deflagración tanto hacia adelante como hacia atrás. Esta nube está compuesta por humo, gases y partículas de pólvora incombusta, las cuales pueden depositarse sobre superficies u objetos cercanos, incluyendo tanto la persona que dispara el arma o el objetivo. A este conjunto de partículas se les denomina de manera general como “residuos de disparos por arma de fuego”. (Cortez, 2013).

El análisis de residuos de disparo consiste en la identificación de restos metálicos derivados del uso de un arma de fuego. Este procedimiento implica la detección de elementos como plomo, bario y antimonio, los cuales se originan en la detonación del fulminante contenido en el cartucho. Las muestras son tomadas de las manos de las personas, cadáveres y de prendas de vestir.

ii) Importancia

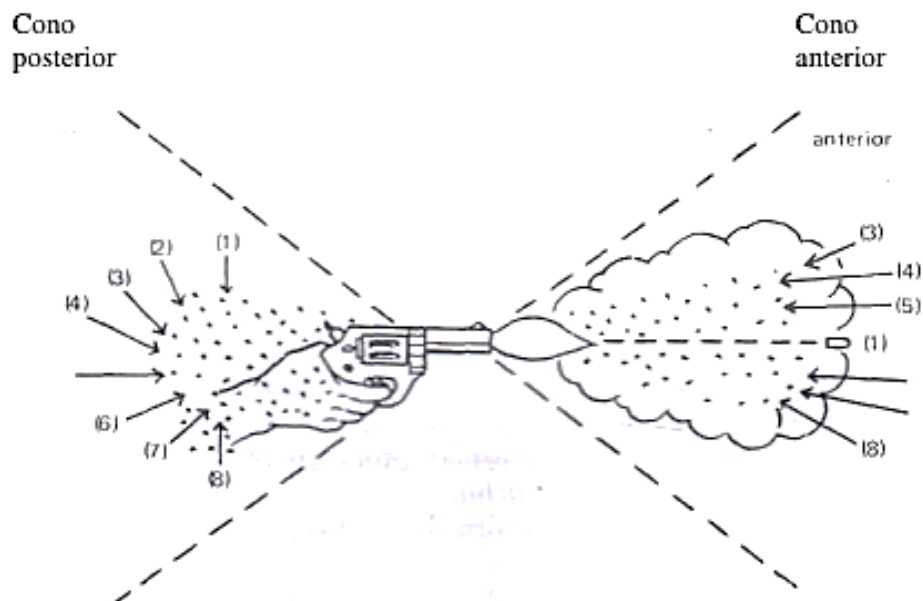
La determinación de residuos de disparos por arma de fuego es muy importante para esclarecer hechos delictuosos en una investigación criminal, con la finalidad de coadyuvar con la administración de justicia; así mismo este análisis tiene como objetivo determinar la presencia o no de cationes metálicos de plomo, antimonio y bario, compatibles con residuos de disparo por arma fuego resultantes de la descomposición química del fulminante durante la mecánica del disparo.

iii) Fenómenos físicos y químicos en el disparo de arma de fuego

Al efectuarse un disparo con un arma de fuego portátil, tal como se presenta en figura 444, se generan dos conos de deflagración: uno dirigido hacia la parte posterior y otro hacia la parte frontal, cada uno con sus correspondientes elementos característicos.

Figura 444

Fenómenos físicos y químicos en el disparo de arma de fuego



Nota. La ilustración representa los fenómenos físicos y químicos que ocurren durante el disparo de un arma de fuego, donde se forman dos conos de deflagración: uno posterior, que expulsa residuos hacia el tirador, y otro anterior, que proyecta gases y partículas hacia el objetivo. Tomado de Criminalística – Tomo 1 (p. 206), por Montiel (2010). Limusa Noriega Editores



(1) Elementos constantes en el cono posterior de deflagración

- Nitratos de potasio, son residuos generados como subproducto de la deflagración de la pólvora contenida en el cartucho.
- Nitritos de potasio y sodio, se originan como resultado de la combustión parcial de la mezcla propulsora del cartucho.
- Compuestos nitrados, son productos secundarios derivados del proceso de ignición de la carga de pólvora.
- Elementos de bario, proceden del fulminante del cartucho.
- Elementos de plomo, provienen del núcleo del proyectil cuando éste carece de recubrimiento metálico (camisa) de cobre o acero y procedente de la composición química del fulminante del cartucho.
- Elementos de antimonio, son emitidas por la composición química del fulminante tras su activación.
- Elementos de cobre, se desprenden de la bala cuando esta posee un revestimiento (camisa) confeccionado con dicho metal.
- Elementos de acero, se desprenden del proyectil cuando este posee un recubrimiento (camisa) fabricado con el mismo metal (Montiel, 2010).

(2) Elementos constantes en el cono anterior de deflagración

- Proyectil o bala: es el elemento del cartucho que es propulsado a alta velocidad como consecuencia de la expansión de gases generados por la deflagración de la carga propulsora. Su trayectoria, desplazamiento rotacional y efectos balísticos están determinados por factores como el diseño y tipo del arma de fuego, las propiedades físico-químicas de la pólvora, el calibre del cartucho y la morfología del proyectil.
- Humo y gases: se generan como resultado de la deflagración de la carga propulsora contenida en el cartucho, específicamente a partir de los granos de pólvora que alcanzan una combustión total durante el disparo.
- Fogonazo o llama: corresponden a gases a elevada temperatura generados por la combustión rápida (deflagración) de la carga propulsora del cartucho. La extensión del fogonazo o proyección de la llama puede alcanzar aproximadamente los 30 cm, dependiendo del tipo y cantidad de pólvora utilizada, así como del calibre del cartucho.
- Nitratos de potasio, nitritos de potasio y de sodio, así como otros derivados nitrados, tienen su origen en la combustión rápida de la carga propulsora contenida en el cartucho.
- Elementos de bario y de antimonio, se originan a partir de la activación del compuesto iniciador presente en el fulminante del cartucho.
- Elementos de plomo, proceden de la bala y fulminante.



- Elementos de antimonio, proceden de la bala y fulminante.
- Elementos de cobre, se desprenden del proyectil cuando este está recubierto con una camisa confeccionada del mismo metal.
- Elementos de acero, se generan a partir del proyectil cuando este está revestido con una camisa del mismo material (Montiel, 2010).

(3) Residuos inorgánicos de disparo con arma de fuego

Al efectuarse el disparo de un arma de fuego, las manos del tirador quedan contaminadas con compuestos nitrados y partículas metálicas generadas durante el disparo. La nube de gases resultante contiene concentraciones variables de elementos metálicos que provienen del proyectil, la pólvora y el fulminante; estos componentes pueden ser identificados y cuantificados mediante análisis forense. A este conjunto se le denomina residuos inorgánicos de disparo de arma de fuego (RIDAF).

Posterior al disparo, los elementos inorgánicos contenidos en la nube generada por la detonación del arma se depositan sobre el entorno inmediato, y sobre el cuerpo de la persona que efectuó el disparo (Ramírez, 2004); asimismo, en las prendas de vestir de la persona que efectuó el disparo (principalmente en los puños). En la figura 445 se muestra las áreas de mayor depósito de los RIDAF.

Figura 445
Áreas de mayor depósito de los RIDAF



Nota. La figura muestra las áreas de mayor depósito de residuos inorgánicos de disparo, que se concentran principalmente en las manos. Tomado de Desarrollo, Validación de un método analítico para la determinación de residuos metálicos de disparo de arma de fuego mediante ICP-OES y su aplicación en la química forense (p. 16), por Ramírez (2004).

- (4) Factores que pueden influir en los resultados del análisis de residuos de disparo por arma de fuego.
- Composición química de la pólvora empleada.
 - Naturaleza química del compuesto iniciador del fulminante.
 - Material constitutivo del proyectil.
 - Condiciones del disparo: ambiente abierto o espacio cerrado.
 - Velocidad, dirección y orientación del viento en el momento del disparo.



- Cantidad de la muestra recolectada.
- Zona de donde se ha recogido la muestra.
- Tipo y modelo del arma de fuego utilizada.
- Distancia entre el arma y el objetivo.
- Cantidad total de disparos realizados.
- Intervalo de tiempo entre el disparo y la toma de la muestra.
- Posibles actividades del autor de los disparos, como lavado, o frotado de manos, que pudieran afectar.

(5) Técnicas instrumentales para determinación de residuos de disparo

- Espectroscopía de absorción atómica (AAS).
- Microscopía electrónica de barrido combinada con un análisis de energía dispersiva de rayos x (SEM/EDX).
- Espectrometría de masas acoplado a plasma inductivamente (ICP – MS).
- Espectrometría de fluorescencia de rayos (XRF).

En el laboratorio de ingeniería forense de la DIRCRI PNP, el análisis de residuos por arma de fuego se lleva a cabo mediante técnicas instrumentales, específicamente a través de la espectroscopía de absorción atómica utilizando horno de grafito como sistema de atomización, por otra parte, según corresponda el caso se analiza por microscopía electrónica de barrido.

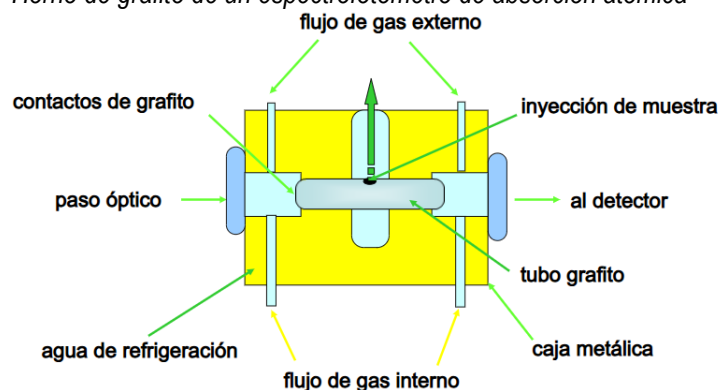
(a) Espectrometría de absorción atómica con horno de grafito

La espectroscopía de absorción atómica con horno de grafito (GF-AAS) emplea un tubo de grafito recubierto de carbono pirolítico como cámara de atomización térmica. Esta técnica destaca por su alta sensibilidad, siendo capaz de detectar concentraciones de elementos a nivel ultratraza, comúnmente inferiores a 1 ppb (parte por billón).

Debido a esta precisión analítica, es imprescindible el uso de agua de tipo I en todo el procedimiento para evitar la contaminación de la muestra. La figura 446 muestra el horno de grafito de un espectrofotómetro de absorción atómica.

Figura 446

Horno de grafito de un espectrofotómetro de absorción atómica



Nota. La figura muestra las principales partes del horno de grafito utilizado en espectrofotometría de absorción atómica. Perkin Elmer (2014).



Figura 447*Espectrofotómetro de absorción atómica con horno de grafito*

Nota. La figura muestra el espectrofotómetro de absorción atómica con horno de grafito, utilizado en el laboratorio de ingeniería forense de la DIRCRI PNP para identificar y cuantificar residuos de disparo por arma de fuego.

(i) Fundamento de la técnica

Cada elemento químico presenta una absorción de energía en longitudes de onda específicas. Cuando una muestra es expuesta a la radiación proveniente de una lámpara de cátodo hueco (LCH), los electrones de valencia del elemento objetivo absorben dicha energía, lo que se traduce en una reducción de la intensidad luminosa emitida por la fuente. Este fenómeno se explica mediante la Ley de Beer, la cual establece que la cantidad de radiación absorbida es proporcional a la concentración del elemento en la muestra analizada.

La espectroscopía de absorción atómica (EAA) es una técnica instrumental utilizada para la determinación de metales, con capacidad de detección que abarca desde niveles traza hasta concentraciones elevadas, incluso en el rango porcentual. Mediante esta metodología, es posible cuantificar aproximadamente 70 elementos de la tabla periódica. Para que los átomos del analito puedan absorber la radiación emitida por la lámpara de cátodo hueco (LCH), es indispensable que la muestra se encuentre en estado atómico libre. Esto se logra mediante diversos sistemas de atomización, entre los que se incluyen: atomización por llama, horno de grafito, descarga luminiscente, generación de hidruros y vapor frío (Skoog, 2015).

(b) Microscopía electrónica de barrido

La microscopía electrónica de barrido (MEB) representa una de las herramientas más versátiles para el análisis de las propiedades microestructurales de materiales sólidos. Esta técnica permite la observación y caracterización superficial de muestras de diversas composiciones, proporcionando información detallada sobre su morfología a escala nanométrica (10^{-9} m).



(i) Fundamento de la técnica

El fundamento físico de la microscopía electrónica de barrido (MEB) consiste en dirigir un haz de electrones, emitido por la fuente del equipo, hacia la superficie de la muestra objeto de estudio. En el análisis de residuos de disparo se consideran sólo tres de estas señales: los electrones retrodispersados, los electrones secundarios y la emisión de rayos X.

Tras la detonación del fulminante, el súbito incremento de la temperatura provoca que sus componentes metálicos (como plomo, bario, antimonio, aluminio, entre otros) se reduzcan a su estado elemental y se fundan, originando microesferas metálicas. Estas partículas, de tamaño microscópico, presentan características esféricas debido al proceso de fusión y solidificación rápida, lo que reduce sus efectos a nivel superficial. Durante el disparo, dichos residuos son proyectados en múltiples direcciones, y su localización en superficies cercanas al tirador proporciona información clave para el análisis forense del hecho. Aunque los residuos de disparo generados por armas de fuego presentan una morfología característica, esta no debe asumirse como criterio exclusivo para su identificación. La confirmación de residuos de disparo debe sustentarse principalmente en el análisis de la composición elemental del fulminante, mediante técnicas instrumentales que permitan detectar la presencia de elementos como plomo, bario y antimonio.

El estudio de residuos de disparo mediante microscopía electrónica se encuentra actualmente estandarizado bajo una norma internacional: ASTM E1588 "Standard Practice for Gunshot Residue Analysis by Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-Ray Spectrometry". Esta norma establece que los resultados de los análisis de residuos de disparo deben ser reportados considerando de manera conjunta tanto la morfología de las partículas como su composición química elemental. En lo que respecta a la morfología, se especifica que las partículas deben presentar una forma esferoidal o esferoidal irregular, con un rango de tamaño comprendido típicamente entre 0,5 y 100 micrómetros (μm). Asimismo, su composición elemental debe corresponder con las clasificaciones aceptadas como partículas características o partículas consistentes con residuos de disparo (Converso et al., 2021).

(c) Espectrometría de masas acoplado a plasma inductivamente (ICP – MS).

La espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS) es una técnica analítica instrumental altamente sensible utilizada para la detección y cuantificación de elementos inorgánicos (metales y algunos no metales) a concentraciones extremadamente bajas (partes por trillón). Combina una fuente de plasma de argón para ionizar la muestra con un espectrómetro de masas para separar y detectar los iones por su relación masa/carga (Wilschefski y Baxter, 2019). En la actualidad esta técnica se encuentra en desarrollo en algunas sedes desconcentradas del sistema criminalístico.

(d) Espectrometría de fluorescencia de rayos (XRF)

La espectrometría de fluorescencia de rayos X portátil (FP-XRF) es una herramienta poderosa para la determinación de elementos, tanto cuantitativa como cualitativamente.





Gracias a su rapidez, carácter no destructivo y bajo costo, la FP-XRF es crucial en donde la preservación de la evidencia es esencial (Kobylarz, et al., 2023).

Finalmente, en la actualidad, dentro de las técnicas instrumentales para determinación de residuos de disparo por arma de fuego en la especialidad de ingeniería forense de la DIVLACRI-DIRCRI PNP se encuentra la EAA y MEB; sin embargo, es preciso resaltar, que la aplicación de cada una de estas técnicas se realiza en función a criterios de selectividad y oportunidad, buscando plasmar en el informe pericial elementos de prueba que aporten a una eficiente administración de justicia.

Tabla 18

Características de las técnicas analíticas utilizadas en la especialidad de ingeniería forense de la DIVLACRI-DIRCRI PNP

	Técnica analítica	
	Microscopía electrónica de barrido	Espectrometría de absorción atómica
Principio de funcionamiento	Utiliza electrones para formar imágenes de la muestra. La interacción de los electrones con los átomos de la muestra nos permite conocer sus características topográficas y composición química.	Técnica de disociación que deja en condiciones al elemento de absorber radiación emitida en líneas discretas.
Materiales para la toma	Viales con tapadera plástica y adhesivo de carbono de 12 mm de diámetro	Hisopos de algodón embebidos con solución de ácido nítrico al 5% y recipientes con tapa
Modo de toma de muestras	Toques adhesivos en las regiones anatómicas de individuos o en superficies físicas.	Hisopado por frotación en las regiones anatómicas de individuos o en superficies físicas
Aplicaciones	Visualizar la forma tridimensional o topografía de una muestra, caracterización superficial de materiales orgánicos e inorgánicos. Composición química % de sus constituyentes. Aplicaciones forenses en balística.	Determinación de más de 60 elementos, en el rango de ppm - ppb. Aplicaciones en análisis de: aguas, muestras geológicas, metales y aleaciones, petróleo, industrias químicas, farmacéuticas y forenses.
Costos de operación	Muy elevado	Bajos costos de operación
Objetivo de análisis	Identificación y caracterización — observación de la topografía— de partículas de fulminante: plomo, antimonio, bario y otros.	Identificación de residuos del fulminante: plomo, antimonio y bario.
Tiempo de oportunidad para análisis	Muestras tomadas hasta un máximo de seis (06) horas después del hecho.	No tiene límite exacto ya que varía por factores antes mencionados, sin embargo, se recomienda que la muestra debe ser tomada lo más pronto posible al hecho.
Tiempo de análisis	De 1 a 2 días	2 días
Tipo de prueba	Técnica no destructiva	Técnica destructiva

Nota. Elaboración propia a partir norma ASTM y protocolo N°01-2024-COMOPOL PNP/DIRCRI/DIVLACRI (R.C.G. N°260-2024-CE PNP/EMG).



d) Inspección en siniestros**i) Concepto**

La inspección del lugar de los hechos o del siniestro puede abarcar tanto a personas como a elementos materiales, incluyendo cadáveres, objetos, documentos, herramientas, utensilios, medios de trabajo y cualquier soporte físico que resulte relevante para el desarrollo de la investigación. Su propósito es contribuir a la reconstrucción de los hechos, permitiendo determinar las circunstancias en las que pudo haberse producido el evento investigado. Asimismo, dicha inspección puede extenderse a terrenos, edificaciones u otros espacios vinculados de forma secundaria, siempre que exista la necesidad de localizar indicios o evidencias que pudieran haber sido utilizados o estar relacionados con la comisión del hecho (Fernández y Peña, 2020).

ii) Importancia

Es importante a que a partir de una inspección detallada y meticulosa del lugar de los hechos pueden obtenerse múltiples indicios, evidencias e información relevante que facilitarán la reconstrucción del evento y la determinación de lo ocurrido.

(1) Principales características a considerar en la inspección de siniestros

- **Metódica:** la inspección debe desarrollarse siguiendo un orden lógico y estructurado, evitando improvisaciones que comprometan la integridad del proceso.
- **Precisa y minuciosa:** para garantizar una inspección ocular eficaz, esta debe llevarse a cabo sin apresuramientos, dedicando el tiempo necesario para evitar omisiones de indicios relevantes que podrían pasar desapercibidos ante una revisión superficial.
- **Objetiva:** el procedimiento debe mantenerse libre de suposiciones o interpretaciones previas; el análisis se realizará con neutralidad, sin que influya una hipótesis inicial sobre lo sucedido.
- **Inmediata:** la inspección debe efectuarse lo antes posible tras la ocurrencia del hecho, ya que el paso del tiempo incrementa el riesgo de alteración, pérdida o contaminación de la evidencia (Fernández, 2016).

(2) Etapas de la inspección

- Perennización.
- Inspección y examen.
- Localización y recolección de evidencias.
- Análisis de evidencias en el laboratorio.

iii) Incendio

Un incendio representa un proceso de combustión fuera de control. En este fenómeno participan materiales combustibles presentes en estructuras habitacionales, laborales o recreativas, así como en fábricas que emplean una amplia gama de sustancias, incluyendo gases, líquidos y sólidos usados en la industria y el comercio. Estos materiales, compuestos mayormente por carbono, se agrupan en este análisis bajo la categoría de sustancias combustibles. Aunque estas sustancias varían en sus propiedades físicas y químicas, durante un incendio exhiben características comunes, diferenciándose principalmente en la facilidad con la que se encienden (ignición), la rapidez con que la llama se propaga (velocidad de propagación) que corresponde al crecimiento y desarrollo del



fuego, y la intensidad del fuego, determinada por la tasa de liberación energética, hasta la extinción o decaimiento del fuego (Drysdale, s.f.). En la figura 448 se observa el inicio de la inspección en un incendio, en la cual el perito observa y perenniza la escena.

Figura 448

Inicio de la inspección en un incendio



Nota. La imagen muestra una inspección de un incendio en un almacén. El perito analiza las características del fuego, identifica patrones de propagación y localiza el punto de origen, así como la causa que originó el incendio.

(1) La teoría del fuego

El fuego es la manifestación visible de una reacción química de combustión, que consiste en la oxidación rápida de una sustancia combustible, generando calor (reacción exotérmica) y otras sustancias, como gases, aerosoles líquidos, por ejemplo, vapor de agua o sólidos, como cenizas y hollín. Normalmente, esta reacción va acompañada de luz, manifestada en forma de llamas o incandescencia. La intensidad y características del fuego dependen del tipo de combustible, la cantidad de oxígeno disponible y las condiciones del entorno (Aprende Emergencias, s.f.). El fuego, definido como una reacción química denominada combustión, consiste en la rápida oxidación de un material combustible, durante la cual se libera energía en forma de calor y radiación luminosa (Azcuenaga, 2001).

(2) La química del fuego

El fuego es una reacción química de combustión que se distingue por la liberación de calor y la presencia de humo, llamas o ambos fenómenos simultáneamente. Para que esta reacción



tenga lugar, es imprescindible la concurrencia de tres elementos esenciales: una fuente de calor, un comburente (generalmente oxígeno) y un material combustible.

Figura 449
Triángulo del fuego



Nota. En la figura se presenta el fuego en un triángulo equilátero, donde cada lado simboliza uno de los tres elementos fundamentales para la existencia del fuego: combustible, comburente y calor. Tomado de El fuego y los incendios, Guía de autoinstrucción N° 01, por Albornoz et al. (2016), Academia Nacional de Bomberos de Chile.

Figura 450
Tetraedro del fuego



Nota. El factor reacción en cadena, se incorpora al triángulo de fuego, en donde la presencia simultánea de combustible, oxígeno, calor y la reacción en cadena se vuelve esencial para que un incendio se inicie y se mantenga, hasta que se interrumpa cualquiera de estos elementos. ABSeguridad (2024).



(a) Comburente

También denominado agente oxidante, es un compuesto químico que provoca la oxidación del combustible (agente reductor) y, en el proceso, se reduce al capturar electrones provenientes de dicho combustible. El oxígeno atmosférico constituye el comburente más común, aunque en determinadas circunstancias pueden intervenir otros agentes oxidantes (Creus y Mangosio, 2011).

(b) Combustible

Un combustible es toda sustancia capaz de sufrir combustión (reacción química exotérmica donde hay liberación de calor y luz, a menudo en forma de llama). La mayoría de los combustibles encontrados en escenarios forenses son de origen orgánico, lo que significa que están compuestos principalmente por carbono, y pueden incluir otros elementos como hidrógeno, oxígeno y nitrógeno en diversas proporciones.

Entre los ejemplos más comunes de combustibles orgánicos se encuentran la madera, los plásticos, la gasolina, el alcohol y el gas natural. Por otro lado, los combustibles inorgánicos, que no contienen carbono en su estructura, comprenden principalmente metales combustibles como el magnesio o el sodio (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego [NFPA] 921, 2024).

(c) Calor (energía de activación)

El calor, componente térmico del tetraedro del fuego, representa la energía necesaria para elevar la temperatura del combustible por encima de su punto de ignición, permitiendo la liberación de vapores combustibles. Durante un incendio, el calor no solo inicia la ignición, sino que también sustenta el desarrollo del fuego al favorecer la generación continua de vapores de combustible.

Este proceso mantiene un ciclo de retroalimentación en el que la combustión produce más calor, promoviendo así la propagación de las llamas y el crecimiento del incendio (NFPA 921, 2024).

(d) Reacción en cadena

Es el proceso mediante el cual se sostiene y propaga la combustión. Consiste en la liberación continua de calor que, al transferirse al material combustible, mantiene su temperatura por encima del punto de ignición, favoreciendo así la liberación de vapores inflamables. Este ciclo se perpetúa mientras exista un suministro constante de combustible y comburente, permitiendo que el fuego se mantenga activo (NFPA 921, 2024).

(3) Combustión

La combustión es una reacción química de oxidación de carácter relativamente rápido, en la que un material combustible se combina con el oxígeno (comburente), liberando una cantidad significativa de calor. Este proceso puede desarrollarse en fase gaseosa o en un sistema heterogéneo, dependiendo del estado físico de los reactivos involucrados.

(a) Reacción de combustión

La combustión es una reacción química de tipo exotérmico que ocurre entre una sustancia o mezcla de sustancias, denominadas combustible, y el oxígeno como agente oxidante.

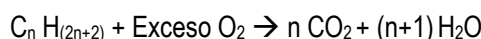


Una de sus manifestaciones más distintivas es la aparición de una llama, la cual consiste en una masa gaseosa incandescente que emite luz y calor, y se encuentra en contacto directo con el material combustible durante el proceso de oxidación.



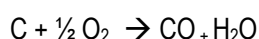
(i) Combustión completa

Ocurre cuando el combustible reacciona de forma total con el oxígeno disponible, sin dejar residuos sólidos o gaseosos nocivos. El proceso da como productos finales únicamente dióxido de carbono (CO_2) y vapor de agua (H_2O), indicando una oxidación eficiente del material combustible.



(ii) Combustión incompleta

Se produce cuando el oxígeno disponible en el ambiente es insuficiente para lograr la oxidación total del combustible. Como resultado, se generan subproductos como monóxido de carbono (CO), hollín u otros compuestos parcialmente oxidados, además de una menor liberación de energía en comparación con la combustión completa.



(4) Principales causas de los incendios

Los incendios pueden tener múltiples orígenes, los cuales se clasifican en diferentes categorías:

(a) Incendios debidos a causas naturales:

Corresponden a aquellos incendios provocados por fenómenos naturales o atmosféricos sin intervención directa del ser humano. Entre los más comunes se encuentran:

- Meteoritos: al ingresar a la atmósfera terrestre, los meteoritos se calientan intensamente debido a la fricción con el aire, alcanzando temperaturas incandescentes. Al impactar sobre superficies con materiales combustibles, pueden generar focos de incendio. Este tipo de fenómeno ha sido vinculado a algunos incendios forestales documentados en distintas regiones.
- Rayos: representan una causa natural mucho más frecuente. La descarga eléctrica de un rayo puede carbonizar e inflamar materiales combustibles al hacer contacto con elementos susceptibles de arder, como madera seca, pasto, heno o estructuras agrícolas.
- Radiación solar: En ciertas condiciones, los rayos solares pueden concentrarse mediante elementos con propiedades refractarias (como fragmentos de vidrio, lentes, botellas u otros objetos traslúcidos). Este efecto de concentración térmica puede elevar la temperatura del material combustible expuesto al "punto focal" hasta su ignición (Ferro, 2012).





(b) Incendios producidos por combustión espontánea

Se refiere a aquellos incendios que se originan sin la intervención de una fuente externa de ignición, debido a la acumulación y liberación gradual de calor generado por procesos químicos o biológicos internos en ciertos materiales.

- Oxidación: algunos materiales tienen la capacidad de oxidarse al entrar en contacto con el aire, generando un aumento progresivo de temperatura. Para que esta reacción desencadene la inflamación del conjunto, es necesario que el material reciba una cantidad adecuada de oxígeno; suficiente para mantener la oxidación, pero no excesiva para que el calor producido se disipe rápidamente.
- Una condición importante es que el material se encuentre finamente fragmentado, lo cual incrementa la superficie de contacto entre las partículas y el aire, facilitando la reacción. Este fenómeno es común en sustancias derivadas de aceites o grasas de origen vegetal o animal, así como en carbón.
- Por causas biológicas: este tipo de combustión espontánea se produce principalmente en materiales vegetales almacenados en estado húmedo, los cuales inician un proceso de fermentación debido a la actividad de microorganismos. Este proceso genera calor que, a su vez, acelera la fermentación, provocando un aumento progresivo de la temperatura hasta alcanzar el punto de autoinflamación.
- El fenómeno es complejo, involucrando inicialmente una fermentación bacteriana que luego da paso a reacciones químicas de oxidación, elevando la temperatura hasta que se produce la inflamación espontánea. Este proceso es común en sustancias como heno, algodón, paja, estiércol o aserrín que se almacenan en condiciones de humedad.
- Por contacto con el aire: este fenómeno puede originarse por una reacción química directa con el oxígeno del ambiente, como sucede con el fósforo blanco, o bien por la influencia de la humedad, como ocurre con polvos finos en suspensión de metales como aluminio, magnesio o cinc, que pueden inflamarse espontáneamente bajo ciertas condiciones ambientales.
- Descomposición espontánea: fenómeno similar a la combustión espontánea, en el cual materiales como los abonos mixtos (compuestos por fosfatos, nitratos y materia orgánica) sufren procesos internos de descomposición que generan calor. Este calor acumulado puede conducir eventualmente a la inflamación espontánea si no se disipa adecuadamente.

(c) Incendios ocasionados por fallas estructurales o deficiencias en instalaciones técnicas

- Salidas de humo: los incendios pueden originarse por fallas en los sistemas de extracción de gases, como tirajes inadecuados, dimensiones insuficientes en los conductos, acumulación de residuos combustibles (hollín), sobrecalentamiento de los gases de combustión, obstrucciones internas o fisuras estructurales.





- **Sistemas eléctricos:** para que una instalación eléctrica cumpla con los estándares establecidos por la normativa técnica vigente, debe ser diseñada y ejecutada considerando parámetros como resistencia, corriente y (conductores, aislantes) y dispositivos de protección como fusibles, disyuntores o interruptores automáticos. La ausencia o mal funcionamiento de estos elementos puede derivar en cortocircuitos provocados por sobretensiones, contactos accidentales, rotura de luminarias, sobrecalentamiento de cables o excesos de carga.

Estas condiciones deben ser acompañadas por una correcta ejecución de las conexiones eléctricas, una instalación precisa y segura de los interruptores, la utilización apropiada de materiales tanto de montaje como de contacto, así como un dimensionamiento adecuado de la sección de los conductores eléctricos, en función de la tensión e intensidad del sistema. Del mismo modo, se debe asegurar que los fusibles tengan la resistencia apropiada para responder eficazmente ante posibles fallas.

Es fundamental considerar que la circulación de corriente eléctrica a través de un conductor genera calor como resultado del denominado efecto Joule. Si la temperatura alcanzada excede los valores previstos en el diseño, se incrementa la resistencia del conductor, lo que a su vez provoca un mayor aumento térmico.

Cabe señalar que todos los materiales, incluso los de alta conductividad, oponen cierta resistencia al flujo eléctrico. Esta resistencia puede compararse con la fricción que ejerce el agua contra las paredes internas de una tubería, generando una pérdida de presión. De modo similar, en un conductor eléctrico se produce una caída de tensión a lo largo del trayecto de la corriente, acompañada de una elevación de la temperatura, como consecuencia directa del paso de la electricidad.

La resistencia de un conductor eléctrico está determinada por su material, su longitud y el área de su sección transversal. A partir del valor de la resistividad del material, es posible calcular su resistencia, ya que esta es proporcional a la longitud del conductor e inversamente proporcional a su sección. A medida que la temperatura del conductor se eleva, su resistencia también aumenta, lo que a su vez intensifica el calentamiento. Este proceso puede alcanzar niveles suficientes como para deteriorar o reblandecer los materiales aislantes, generando condiciones propicias para la ocurrencia de un cortocircuito.

Otra fuente de fallas en los sistemas eléctricos proviene de los empalmes mal ejecutados o defectuosos, los cuales pueden generar arcos eléctricos entre los conductores. Estos arcos producen elevadas temperaturas que, al mantenerse, son capaces de inflamar los materiales aislantes, recubrimientos como pinturas, madera u otros elementos combustibles presentes en las cercanías (Ferro, 2012).

(d) Incendios accidentales

Este tipo de eventos tiene su origen en causas accidentales y de difícil previsión, tales como la ignición de sustancias volátiles durante su manejo o utilización, la iluminación con fuentes de llama abierta como lámparas o velas, el uso eventual de fuegos artificiales, o incluso la detonación de armas de fuego.



(e) Incendios intencionales

Corresponden a incendios originados intencionalmente mediante el uso de materiales inflamables o artefactos incendiarios, con el propósito deliberado de causar daño. Estos dispositivos generan calor o llama que, al entrar en contacto con elementos combustibles cercanos, inician una reacción en cadena que propaga el fuego.

Es común identificar, en estos casos, algún mecanismo de ignición (como mechas, acelerantes o artefactos de encendido) que puede permanecer en el lugar o ser consumido parcialmente por el fuego. Ejemplos típicos incluyen artefactos como bombas molotov, encendedores o mecheros.

(i) Indicadores de incendios intencionales

- Presencia de focos múltiples.
- Ausencia de una fuente de ignición evidente o habitual.
- Patrón irregular o discontinuo en la propagación del fuego.
- Evidencia de materiales combustibles fuera de lo común en la escena.
- Presencia de artefactos incendiarios o **restos de los mismos** o dispositivos diseñados para provocar el fuego.

(5) Inspección técnica después del incendio

Durante una inspección técnica es fundamental identificar las condiciones iniciales y la configuración original del lugar afectado, incluyendo sus características estructurales e instalaciones. Esta inspección debe ser realizada, de manera preferente, con luz del día, toda vez que, permite al perito de ingeniería forense apreciar con mayor fidelidad las alteraciones cromáticas, los patrones de carbonización, las huellas de calor, los puntos de mayor afectación y otros indicios físicos relevantes que podrían verse distorsionados bajo iluminación artificial.

A través del análisis detallado del sitio, se debe verificar cualquier alteración o cambio ocasionado por el fuego. La inspección ocular busca reconstruir fielmente la escena del hecho, registrando aspectos como la disposición de mobiliario, maquinaria y demás objetos, así como la ubicación y estado de las instalaciones eléctricas, de gas natural y otros elementos que originalmente formaban parte del entorno. Esto se ejemplifica en la figura 451, que ilustra la búsqueda de evidencias en una inspección de incendio.

El perito debe considerar cualquier desplazamiento de objetos realizado por el personal encargado de la extinción, así como la posible remoción de escombros o restos efectuada inmediatamente tras la extinción del incendio. Por esta razón, resulta fundamental la participación en la inspección ocular del responsable de la investigación, así como de los residentes, custodios o encargados del lugar afectado por el fuego.

Es esencial para el perito encargado de la investigación conocer la cantidad y naturaleza de los objetos o mercancías involucrados, así como su propensión a inflamarse o a provocar combustión espontánea. Asimismo, es indispensable comprender las características de las



instalaciones del lugar, ya que esto facilitará interpretar la evolución y propagación del incendio en función de la distribución de los elementos, la circulación de aire, entre otros factores.

El perito debe tomar las precauciones necesarias para registrar de manera precisa el sitio del siniestro, mediante la realización de fotografías detalladas y la elaboración de croquis, con el fin de documentar la progresión del fuego y delimitar las áreas afectadas (Frigerio, 2010). Por ello la inspección se realizará preferentemente con luz natural durante el día.

Figura 451

Búsqueda de evidencias durante la inspección en un incendio



Nota. Perito ingeniero forense durante la inspección de un incendio en un inmueble, buscando evidencias para determinar el punto de origen, así como la causa que originó el incendio.

(a) Concepto de área de origen

El área de origen corresponde a una estructura, una parte de ella o una ubicación geográfica específica dentro de la escena del incendio, en la cual se considera, con base en una evaluación razonable, que se localiza el punto de origen del incendio o explosión (NFPA 921, 2024).

(b) Concepto de punto de origen

El punto de origen es el sitio preciso donde una fuente de calor y un material combustible se encuentran, iniciando así el fuego (NFPA 921, 2024).

(c) Determinación del punto de origen

Uno de los pasos más importantes en la investigación de incendios es identificar con la mayor precisión posible el lugar donde se inició el fuego. Cuando se logra determinar el punto exacto de origen, se facilita el análisis de otros factores relacionados y se descartan muchas posibles causas; para ello es fundamental conocer dónde empezó el incendio y entender la secuencia de eventos que permitió su ignición (Ferro, 2012).

La localización del punto de origen es una de las tareas más difíciles en la investigación de incendios, porque en ese lugar pueden existir muchas posibles causas que deben analizarse cuidadosamente. Por ejemplo, el incendio puede tener un origen muy específico y pequeño, como un cortocircuito, o puede tratarse de un fuego extenso que cubre una gran área, provocado por la combustión de un líquido inflamable derramado. Además,



cuando hay varios posibles puntos de inicio, es necesario identificar cuáles fueron realmente los primeros.

Figura 452

Ubicación del punto de origen



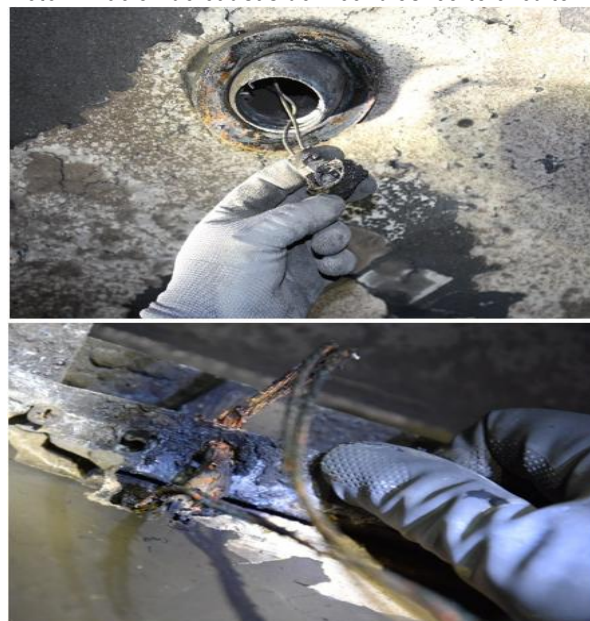
Nota. Evaluación de patrones de quemado, marcas, marcas de fuego y otros indicios durante la inspección de incendio, para determinar el punto de origen.

(d) Determinación de la causa del incendio

Según la NFPA 921 (2024) determinar la causa de un incendio implica identificar las condiciones y factores que permitieron que el fuego se originara. Para ello, el perito debe apoyarse en toda la información obtenida durante la investigación, incluyendo diligencias, análisis, pruebas, experiencias y otros métodos relacionados. Estos datos deben ser organizados, clasificados y analizados cuidadosamente para entender qué circunstancias provocaron el inicio del incendio, cómo se extendió y cuáles fueron sus efectos (Frigerio, 2010).

Figura 453

Determinación de causas de incendios: corto circuito



Nota. Identificación de cortocircuito como causa de un incendio en un inmueble. El perito evalúa los cables eléctricos con puntos de fusión, indicativos de un cortocircuito interno.





(6) Factores de temperatura y tiempo de exposición

Para determinar la temperatura y el tiempo de exposición de los materiales que conducen al punto de origen, se analizan las características de la combustión para identificar cómo se propagó el fuego. Casi todos los materiales afectados por el incendio presentan señales o marcas que ayudan a establecer la dirección en la que avanzó el fuego. La dirección en la que se propagó el calor se puede identificar al observar los puntos con mayor carbonización, ya que estos indican las zonas donde se alcanzaron las temperaturas más altas y donde el material estuvo expuesto al fuego por más tiempo.

En la Tabla 3 se presentan los indicadores de temperatura más comunes, que permiten estimar de forma rápida el rango de temperatura máxima alcanzada simplemente con una inspección visual. Estos eventos se pueden clasificar en dos clases:

- Clase I: eventos que no se ven afectados por el paso del tiempo.
- Clase II: eventos cuya evolución depende de una combinación compleja de tiempo, temperatura y velocidad de enfriamiento.

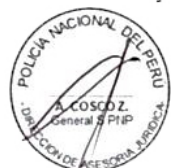
Tabla 19
Indicadores de alta temperatura

Temperatura °C	Indicador	Método de observación	Clase
140	Carbonización de espumas de poliuretano	Visual	I
171	Cambio de color en las resinas fenólicas de amarillo a marrón,	Visual	I
182	Fusión de soldaduras de Sn60 - Pb40	Visual	I
204	Apariencia arcillosa y carbonizada de resinas acrílicas	Visual	I
282	Se ablandan y recristalizan las tuberías de cobre de instrumentos	Prueba de dureza	II
388	Fusión de piezas de aleaciones de zinc.	Visual	I
482	Separación en escamas de las partículas de asbesto	Visual	I
650	Fusión del aluminio	Visual	I
760	Se oscurecen las pinturas inorgánicas de zinc.	Visual	I
843	Se funde el vidrio templado de borosilicato	Visual	I
950	Se funde la soldadura metálica de Ni-Au	Visual	I
1083	Se funde el cobre	Visual	I
1470	Se funden los aceros de bajo carbono	Visual	I

Nota. En la tabla se muestra los indicadores de alta temperatura en el rango de 140 °C a 1470 °C. Tomado de: Ferro (2012).

iv) Caídas

Se entiende como una alteración breve e irreversible del equilibrio corporal, que provoca un desplazamiento del centro de gravedad y la consecuente caída del cuerpo sobre el mismo nivel de apoyo (Bustos, s.f.).



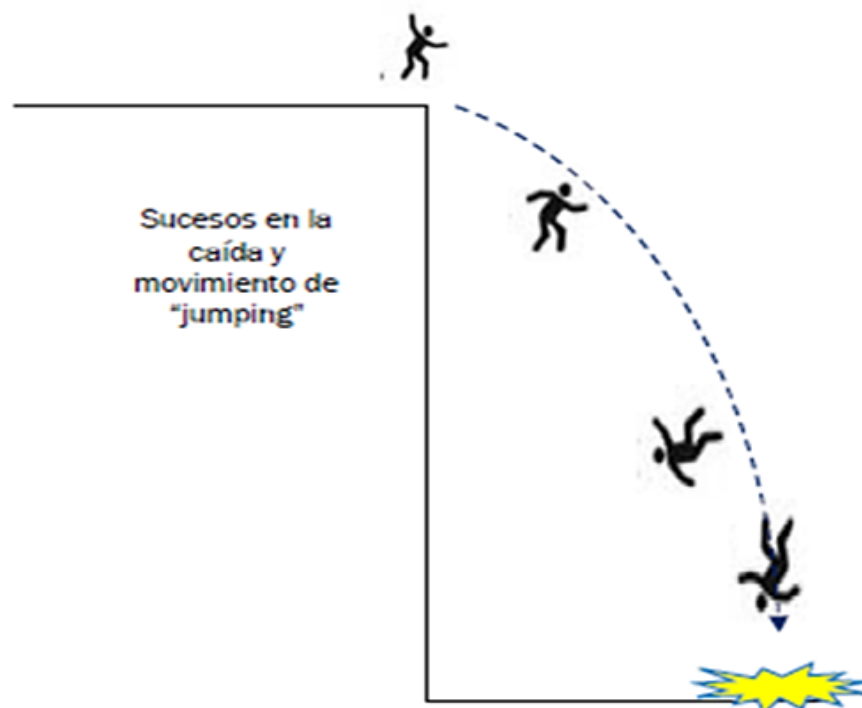
Etapas o fases que conforman una caída:

- Inicio del descenso.
- Trayectoria en caída libre.
- Proceso de aceleración / desaceleración.
- Momento del impacto contra la superficie.

Estas fases se observan en la figura siguiente, sucesos en la caída y movimiento de "Jumping".

Figura 454

Sucesos en la caída y movimiento de "Jumping"



Nota. La figura muestra el análisis del movimiento de un salto, representado mediante un diagrama de cuerpo libre. Este modelo es esencial para comprender la cinemática del salto, incluyendo la conversión de energía potencial en cinética y la influencia de la aceleración gravitacional en la trayectoria del movimiento. Tomado de Aspectos forenses de las caídas de altura, por Bustos (p. 3), Cuadernos de medicina forense Argentina (s.f.).

En función de la altura, se describen diferentes procesos de caídas:

(1) Caída de altura

Se clasifican de esta manera las caídas que implican una distancia igual o superior a 1.80 metros, medida desde el punto de apoyo del individuo hasta la superficie de impacto, conforme a la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. La aceleración adquiere relevancia en estos casos, pues, imprime al cuerpo una fuerza de desplazamiento. La caída está determinada principalmente por la fuerza gravitacional (o gravedad), cuyo valor estándar se aproxima a los $9,8 \text{ m/s}^2$.

Las lesiones resultantes son contusas y complejas, y están condicionadas por dos variables: la altura desde la cual se produce la caída y el impacto del cuerpo contra la superficie inferior.



(2) Precipitación

Constituye una variante específica dentro del fenómeno de las caídas, caracterizada por una marcada diferencia en los factores dinámicos implicados, donde el cuerpo es proyectado desde su plano de apoyo hacia otro ubicado a una altura considerablemente menor, superando los 50 metros de distancia. En este tipo de eventos intervienen los siguientes factores:

- (a) Una aceleración extremadamente elevada.
- (b) Una fuerza propulsiva de gran intensidad que impulsa el cuerpo.
- (c) Un impacto de consecuencias letales e instantáneas.

La energía generada durante la precipitación se transfiere de forma inmediata al conjunto del cuerpo en el momento del impacto, provocando la propagación de los efectos traumáticos y originando un patrón lesional que, por lo general, compromete múltiples regiones anatómicas simultáneamente (Bustos, s.f). Estudios demuestran que la distancia desde la pared de un edificio alto, donde se encuentra un cuerpo, puede ayudar a determinar el origen de la caída, esto se debe a que las condiciones iniciales del lanzamiento difieren según si la persona simplemente pierde el equilibrio y cae, o si se lanza deliberadamente desde el edificio, saltando o incluso corriendo y saltando. En el primer caso, el ángulo de lanzamiento es cero y la velocidad inicial mínima, mientras que, en el segundo, el salto resulta en un ángulo de lanzamiento alto y una velocidad inicial significativamente mayor (Zadora, 2013).

v) Ahorcadura

(1) Concepto

La ahorcadura es un tipo de asfixia mecánica provocada por la compresión cervical generada mediante un lazo sujeto a un punto fijo, donde la fuerza de tracción es ejercida por el peso del propio cuerpo suspendido (Sánchez y Perea, 2017). En los casos de ahorcadura, se denomina nudo distal al que asegura el extremo del lazo al punto de suspensión, mientras que el nudo proximal es aquel ubicado en contacto con la región cervical. Este último puede presentar dos configuraciones: fijo, cuando mantiene una posición constante, o corredizo, si permite el ajuste progresivo del lazo alrededor del cuello.

(2) Clasificación

Según la localización del lazo en relación con el cuello y la postura adoptada por el cuerpo al momento de la suspensión, la ahorcadura puede clasificarse en distintas modalidades: completa, incompleta, asimétrica, simétrica, típica y atípica.

(a) Ahorcadura completa

Se caracteriza por la suspensión total del cuerpo en el vacío, sin que exista apoyo alguno sobre superficies u objetos que sirvan de soporte al peso corporal.

(b) Ahorcadura incompleta

Se presenta cuando una parte del cuerpo mantiene contacto con alguna superficie o elemento de apoyo, ya sea el suelo u otro objeto. Aunque el cuerpo no esté íntegramente colgado, la presión ejercida por el lazo, con solo una porción del peso corporal, resulta suficiente para provocar una obstrucción letal de las vías respiratorias. Este tipo de



presentación es más habitual de lo que suele suponerse y desafía la percepción común sobre los requisitos mecánicos para causar la muerte por suspensión (Cartagena et al., 2016).

(c) Ahorcadura simétrica

Se identifica cuando el nudo del lazo está ubicado en el centro exacto del cuello, a lo largo de la línea media. Si el nudo se encuentra desplazado hacia un lado, entonces hablamos de una ahorcadura asimétrica.

(d) Ahorcadura típica

Corresponde a los casos en que el nudo se localiza en la parte media y posterior del cuello. En cambio, cuando el nudo se sitúa en cualquier otra posición, se denomina ahorcadura atípica (Sánchez y Perea, 2017). Respecto al lazo, es fundamental señalar que su textura puede diferir. Generalmente, se distinguen entre lazos blandos y lazos rígidos o duros, lo cual influye en la forma del surco que dejan. Además, el lazo puede cerrarse con un nudo, que puede ser fijo o corredizo (Cartagena et al., 2016).

(3) Agentes o elementos constrictores

El agente constrictor se localiza entre la laringe y el hueso hioides, aplastando la parte externa de las venas yugulares, las arterias carótidas y, en ciertos casos, las arterias vertebrales, dependiendo de dónde esté colocado el nudo (Montiel, 2010).

Los agentes constrictores que se emplean con mayor frecuencia para causar este tipo de hecho son:

- Lazos de lxtle.
- Cuerdas de cortinas.
- Cables eléctricos.
- Prendas de vestir.
- Cinturones.
- Corbatas.
- Sábanas.
- Toallas rasgadas.
- Cordones de algodón.
- Cadenas.
- Cortinas.
- Vendas o medias.
- Pasadores o cordones de zapatos.

(4) Punto fijo

El extremo opuesto del agente constrictor que aprieta se encuentra asegurado a un punto fijo o de soporte, usando uno o varios nudos para sujetarlo. Este punto de apoyo siempre está



ubicado por encima de la cabeza y el cuello donde está colocado el lazo. Algunos ejemplos de estos puntos de apoyo pueden ser:

- Barandales.

O puede tratarse de cualquier objeto saliente en los muros o en el techo de alguna habitación, patio, pasillo, corredor, solar, etc. (Montiel, 2010).

(5) Muebles y objetos para el escalamiento

Por lo general, en el suelo alrededor de la víctima se hallan objetos como bancos, sillas, muebles, tabiques, losetas, camas, tablas u otros elementos variados que la persona empleó mientras estaba con vida para subir, armar el mecanismo letal y colgarse (Montiel, 2010).

En la figura 35, ahorcamiento con suspensión completa, se observan el punto fijo, el elemento constrictor y el mueble u objeto utilizado para escalar.

Figura 455
Ahorcamiento con suspensión completa



Nota. La figura muestra un caso de ahorcamiento con suspensión completa, donde el cuerpo está suspendido sin contacto con el suelo.

vi) Accidentes eléctricos - Electroculión

La electroculión ocurre cuando la corriente eléctrica atraviesa el cuerpo, pudiendo causar daños graves o incluso la muerte, siendo una causa común de lesiones y discapacidades (Santos, 2015).

Cuando dos cables tienen voltajes distintos y están conectados, la corriente fluye entre ellos. Si una persona toca ambos cables simultáneamente, su cuerpo puede funcionar como un conductor, permitiendo que la corriente lo atraviese.



(1) Tipos de accidentes eléctricos

Una corriente eléctrica comienza a fluir cuando el cuerpo entra en contacto con conductores o componentes de un sistema eléctrico que están energizados. Existen dos tipos de contacto que pueden ocasionar accidentes: el contacto directo y el contacto indirecto.

(a) Directo

El contacto directo se define como el toque a partes conductoras que no están cubiertas ni aisladas, como cables expuestos, terminales de conexión o secciones dañadas de los cables. Este tipo de contacto puede provocar lesiones severas en el cuerpo humano, tales como quemaduras, fibrilación ventricular y paro respiratorio (Quadri, s.f).

(b) Indirecto

Se entiende por contacto indirecto la acción de tocar aparatos o motores eléctricos que cuentan con carcasas o partes metálicas que, debido a una falla en el aislamiento, están energizadas. Estas fallas pueden originarse por golpes, vibraciones constantes, filtración de agua u otros líquidos conductores, entre otras causas (Quadri, s.f).

(2) Factores que intervienen en los accidentes eléctricos

Cuando la corriente eléctrica atraviesa el cuerpo humano, este actúa como una resistencia; según la ley de Ohm, la intensidad de la corriente que circula dependerá de:

$$I = V / R$$

Siendo:

I: Intensidad de corriente que circula por el cuerpo humano (amperios).

R: Resistencia que opone el cuerpo al paso de la corriente (ohmios).

V: Tensión de contacto entre el punto de entrada de la corriente y el de salida (voltios) (Manual de Seguridad ISASTUR, 2010).

La corriente alterna es entre cuatro y cinco veces más letal que la corriente continua al mismo voltaje, y además es más peligrosa porque es la que se usa con mayor frecuencia. La frecuencia que presenta mayor riesgo de provocar fibrilación ventricular (FV) está entre 40 y 150 Hz, justo en el rango en que opera la corriente eléctrica doméstica (50 Hz) (Santos, 2015).

De acuerdo con la ley de Ohm, el impacto que produce una descarga eléctrica está relacionado con la intensidad de la corriente, que a su vez aumenta cuando el voltaje es más alto y la resistencia es menor. En particular, un voltaje doméstico de 220 V puede ser suficiente para causar la muerte (Santos, 2015).

(a) Factores técnicos

- Intensidad de la corriente que pasa por el cuerpo humano.
- Tiempo durante el cual se está expuesto al riesgo.
- Trayectoria de la corriente eléctrica por el cuerpo humano.



- Naturaleza de la corriente (alterna/continua).
- Resistencia eléctrica del cuerpo humano.
- Tensión aplicada.
- Zonas húmedas que sirven como medio conductor.
- Zonas dañadas del aislante de los conductores eléctricos.

(b) Factores humanos

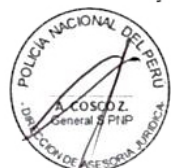
Edad, enfermedades, sexo, estado emocional, profesión habitual, experiencia, etc. (ISASTUR, 2010).

Tabla 20

Efectos de la intensidad en el cuerpo humano

Intensidad	Efectos en el cuerpo humano
De 1 a 3 mA	Un organismo normal puede detectar una leve sensación de cosquilleo, sin que esta represente un riesgo, lo que se conoce como el umbral de percepción
A partir de 5mA	Si el contacto con la corriente se mantiene durante un tiempo, puede causar reacciones violentas o sacudidas involuntarias en algunas personas.
A partir de 10 mA	Se producen espasmos musculares intensos que generan rigidez en la mano y el brazo, lo que puede hacer que la piel quede adherida a los elementos electrificados, provocando una imposibilidad de soltarse voluntariamente: a esto se le conoce como fenómeno de agarrotamiento
Por encima de 25 mA	Si la exposición a la corriente eléctrica se extiende por más de dos minutos y atraviesa la zona torácica, puede desencadenarse una contracción sostenida de los músculos del pecho, lo que impide el movimiento normal de la caja torácica y puede provocar asfixia debido a la parálisis respiratoria
Entre 30 a 50 mA	Si la corriente eléctrica cruza el área del corazón, puede desencadenar una fibrilación ventricular, una alteración grave del ritmo cardíaco que, si no se trata de inmediato, puede llevar rápidamente a la muerte.
Entre 2 y 3 A	Se produce una interrupción de la respiración, pérdida del conocimiento y, en muchos casos, no se observan señales externas evidentes del daño causado.
Para intensidades superiores a los 3 A	Las consecuencias pueden incluir quemaduras y, en casos extremos, resultar fatales

Nota. La tabla ilustra los efectos fisiológicos del paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano, en función de la intensidad de la corriente. Observándose distintos niveles de respuesta, desde sensaciones leves como cosquilleo hasta efectos graves como fibrilación ventricular, paro cardíaco, quemaduras graves y muerte. Tomado de *Manual de seguridad*, por ISASTUR (2010).

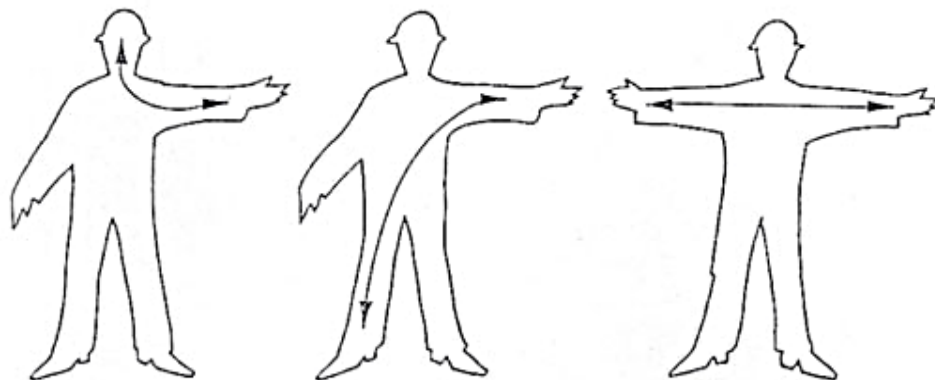


Los recorridos más peligrosos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano se muestran en la figura 456, siendo los siguientes:

- Mano - cabeza.
- Mano - pie del lado contrario.
- Mano derecha - tórax - mano izquierda.

Figura 456

Recorridos más peligrosos de la corriente eléctrica



Nota. Se ilustran los caminos más riesgosos que puede seguir la corriente eléctrica dentro del cuerpo humano, resaltando las rutas que pasan por órganos esenciales como el corazón, el cerebro y los pulmones. Estos trayectos son especialmente peligrosos porque la electricidad puede provocar fibrilación ventricular, detener la respiración o causar daños graves en el cerebro. Tomado de *Manual de seguridad* (capítulo 3), por ISASTUR (2010).

En situaciones de alta tensión, no siempre es necesario tocar directamente el cable para sufrir una descarga eléctrica. A medida que el cuerpo se acerca a una línea de alto voltaje, puede generarse un arco eléctrico que salta desde la línea hasta el cuerpo, provocando la descarga, como se ilustra en la tabla siguiente (Santos y Martín, 2015)

Tabla 21

Alcance del arco voltaico

Alcance del arco voltaico	
1.000 V.	Pocos milímetros
5.000 V.	1 cm
40.000 V.	13 cm
100.000 V.	35 cm

Nota. La tabla presenta el alcance del arco voltaico, respecto a la distancia mínima a la cual una persona puede acercarse a una fuente de arco eléctrico sin que la energía incida sobre su cuerpo. Tomado de *Estudio médico legal de la muerte por electrocución*, por Santos y Martín, 2015, Revista de Ciencias Forenses de Honduras.

La piel representa la mayor barrera al paso de la corriente eléctrica debido a su alta resistencia. Sin embargo, una vez que esta se ve superada, la electricidad encuentra mucho menos oposición. Después de la piel, los tejidos que ofrecen resistencia en orden decreciente son: hueso, grasa, nervio, músculo y sangre.



Si la piel está húmeda, su resistencia puede disminuir drásticamente, incluso por debajo de los 100 ohmios. Además, a medida que la corriente eléctrica daña la piel, esta pierde aún más su capacidad de resistencia, como se detalla en la tabla siguiente.

Tabla 22
Resistencia de la piel a la corriente eléctrica

Resistencia de la piel a la corriente eléctrica	
Piel seca gruesa o callosa	Un millón de Ohmios
Piel seca no callosa	100 000 Ohmios
Piel húmeda	1 000 Ohmios
Piel húmeda y delgada	100 Ohmios

Nota. Tomado de Santos y Martín (2015).

En términos de intensidad eléctrica, se estima que, si una corriente de aproximadamente 100 mA atraviesa el corazón por más de unos pocos segundos, hay un riesgo elevado de que la persona fallezca.

vii) Inspección por contaminación ambiental

La inspección ambiental es un proceso metodológico que incluye el análisis, las pruebas y la verificación de procedimientos para evaluar la situación ambiental de un proyecto, obra o actividad, así como para comprobar el cumplimiento de la legislación ambiental vigente. Consiste en una evaluación objetiva de los componentes de un sistema para determinar si son adecuados y eficaces en la protección del medio ambiente.

Esta inspección examina y supervisa si el funcionamiento y los sistemas de una empresa cumplen con las normativas ambientales, y en caso de incumplimiento, sugiere medidas correctivas o preventivas para ajustar o mejorar el sistema. Por lo tanto, el control y la supervisión ambiental de las actividades productivas son herramientas esenciales para la administración, ya que aseguran la correcta aplicación de las leyes y obligan a los responsables a adoptar acciones correctivas o preventivas cuando sea necesario (Sánchez, 2017).

Aspectos a inspeccionar: contaminación del agua, contaminación del suelo y contaminación del aire.

(1) Toma de muestras

Es el procedimiento mediante el cual se elige una muestra reducida de material que refleje fielmente las características del medio estudiado, para luego ser trasladada y analizada en laboratorio. Esta etapa es fundamental, porque en ciertos casos puede ser la mayor fuente de error en todo el proceso analítico, por lo que resulta clave para asegurar que los datos obtenidos sean representativos y permitan evaluar adecuadamente la contaminación.

(2) Tipos de muestreo para suelos

(a) Muestreo aleatorio

Es posiblemente el método más sencillo, donde las muestras se seleccionan sin ningún criterio específico, sin considerar las variaciones observadas en el suelo. Cada muestra o característica del suelo tiene la misma probabilidad de ser elegida. Este método funciona bien en terrenos homogéneos, pero cuando hay gran variabilidad en el área, es preferible optar por otro método más adecuado (Junta de Andalucía, s.f.).



(b) Muestreo sistemático

Como indica su nombre, este método implica tomar muestras siguiendo un patrón fijo, por ejemplo, a intervalos regulares (cada 5 cm), en zonas específicas como laderas o cimas, o en áreas bajo cada árbol de una finca. Este muestreo puede combinarse con el muestreo aleatorio. Las ubicaciones de las muestras deben planificarse previamente en un mapa, ya sea para las posiciones sistemáticas o aleatorias, y se pueden seleccionar todas o solo algunas, como una de cada dos.

También es común establecer una cuadrícula y tomar muestras en el centro o en los vértices de cada cuadrado, dependiendo del área y del nivel de precisión y representatividad deseado. Este método ofrece resultados más precisos que el muestreo aleatorio, ya que las muestras están distribuidas de manera más uniforme (Junta de Andalucía, s.f.).

(c) Muestreo estratificado

Este método se utiliza principalmente en zonas con características variadas. Consiste en dividir el terreno en secciones que sean relativamente uniformes, conocidas como “estratos”, y dentro de cada uno se llevan a cabo muestreos sistemáticos o aleatorios. La cantidad de muestras tomadas en cada estrato se ajusta proporcionalmente al tamaño que tiene en relación con el área total (Junta de Andalucía, s.f.).

(d) Muestreo compuesto

El muestreo compuesto consiste en mezclar varias muestras recogidas de un área específica para formar una muestra única que represente a toda esa zona. Esto permite analizar un volumen mayor sin aumentar el número de pruebas. Este método es adecuado cuando: 1) la población es homogénea; 2) todas las muestras individuales contribuyen de igual forma a la muestra compuesta; 3) no se han producido alteraciones durante la mezcla que puedan afectar el análisis; y 4) el objetivo es obtener un valor promedio sin preocuparse por la variabilidad. Se emplea principalmente cuando la media es más relevante que las diferencias entre puntos.

Generalmente, se mezclan entre 4 y 16 muestras (máximo 25), y cada muestra compuesta debería representar un área no mayor a 1 hectárea (100 x 100 metros). Este límite puede extenderse hasta 5 hectáreas si la zona es bastante homogénea y puede considerarse un conjunto uniforme (Junta de Andalucía, s.f.).

En la información complementaria se muestran las características del recipiente, temperatura y tiempo máximo de preservación de las muestras de suelos.

(3) Tipos de muestreo en aguas

Las técnicas de muestreo se adaptan según la circunstancia particular y los objetivos que se quieran alcanzar.

- Muestra simple o puntual: es una muestra que refleja la composición del cuerpo de agua en un momento, lugar y condiciones específicas en que se realizó su captación.





- Muestra compuesta: consiste en la unión de varias muestras simples tomadas en un mismo lugar, pero en distintos momentos (Londoño, 2021).

(a) Naturaleza de los cambios de la muestra

Ciertas sustancias, en particular algunos cationes, son más susceptibles a alterarse durante el almacenamiento. Por ejemplo, cationes como aluminio, cadmio, cromo, cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc pueden adherirse a las paredes de los recipientes de vidrio o sufrir intercambio iónico con ellos, por lo que es recomendable emplear envases que no sean de vidrio. Además, parámetros como la temperatura, el pH y los gases disueltos deben medirse inmediatamente en el lugar de la toma (in situ), debido a que estos cambian con rapidez.

En el equilibrio del carbono, la pérdida de CO_2 puede provocar la precipitación de carbonatos, lo que a su vez altera el contenido de calcio, la dureza y la alcalinidad del agua. Asimismo, la oxidación del hierro y manganeso, que son solubles en su forma reducida, puede ocasionar su precipitación al cambiar de estado. Los niveles de amoníaco, nitritos y nitratos pueden modificarse debido a procesos de oxidación-reducción y a la actividad microbiológica, que también pueden reducir la cantidad de fenoles, convertir sulfatos en sulfitos y afectar la materia orgánica. En general, muchos cambios en el agua se deben a estos fenómenos redox.

Los cambios biológicos que ocurren en una muestra pueden provocar alteraciones en el estado de oxidación de algunos de sus componentes. En particular, las aguas residuales con altos niveles de materia orgánica y microorganismos son más susceptibles a la degradación y modificación de sus elementos en comparación con las aguas dulces (Ramírez, 2007).

(b) Técnicas de conservación

Las muestras no siempre pueden analizarse inmediatamente al llegar al laboratorio, por lo que se recomienda mantenerlas refrigeradas a 4 °C desde su recolección hasta el análisis. Si se usan conservantes químicos, deben ser seleccionados cuidadosamente para no alterar los resultados posteriores. En ocasiones, es necesario recolectar y conservar varias muestras por separado, ya que un método de conservación puede ser adecuado para un análisis específico, pero no para otro. Para disminuir los efectos de los microorganismos, las muestras deben almacenarse en oscuridad y a baja temperatura. Además, para evitar la pérdida de compuestos orgánicos volátiles, es preferible que los envases estén completamente llenos, sin espacios vacíos. En general, las técnicas de conservación buscan retrasar la descomposición química, minimizar la volatilidad de ciertos componentes y frenar la actividad microbiana (Ramírez, s.f.)

En la información complementaria se recogen los envases apropiados, las instrucciones de conservación y los tiempos máximos de conservación recomendados para algunos parámetros.

(c) Traslado de muestra de agua

El traslado de la muestra de agua debe realizarse con la respectiva cadena de custodia, procedimiento que garantiza la integridad de una muestra desde su recolección hasta la entrega del informe final del análisis, asegurando que la muestra esté siempre bajo control





y responsabilidad de una persona. Para ello, es fundamental cumplir ciertos pasos dentro de esta cadena, como:

- (i) Etiquetado de las muestras, con información básica que incluya número de muestra, fecha, hora, lugar de recolección y nombre del responsable.
- (ii) Sellado de la muestra en presencia de quien la tomó.
- (iii) Llevar un registro de campo donde se anoten detalles como el propósito y ubicación de la toma, número y volumen de las muestras, descripción del punto de muestreo, fecha y cualquier otro dato relevante que facilite repetir la toma si fuera necesario (Ramírez, s.f.).

(4) Tipos de muestreo en aire

Se pueden identificar diferentes tipos de muestreo según la forma en que se lleva a cabo la extracción de la muestra.

(a) Muestreo a caudal constante

Consiste en establecer y mantener un flujo fijo durante todo el proceso de muestreo. La elección del caudal depende del contaminante específico, el tipo de emisión, la capacidad del elemento de retención, la concentración esperada y la duración del muestreo. Este método se emplea habitualmente para gases y emisiones estables (Crespo, 2008).

(i) Muestreo proporcional

Es un método en el que el caudal de muestreo se regula para mantenerse proporcional al flujo del gas que sale de la chimenea. Para determinar el caudal adecuado, además de considerar los aspectos del muestreo a caudal constante, se toma en cuenta el caudal real de emisión. Este tipo de muestreo se emplea principalmente en gases y emisiones variables o no constantes (Crespo, 2008).

(ii) Muestreo puntual

El muestreo puntual consiste en capturar una muestra única durante un intervalo breve. Para obtener resultados representativos, es necesario realizar varias tomas frecuentes. Este método permite observar cómo varían las concentraciones a lo largo del tiempo o en diferentes puntos del conducto o chimenea.

(iii) Muestreo de partículas

El muestreo de partículas requiere que las muestras de sólidos o líquidos se recojan bajo condiciones isocinéticas, lo que significa que la velocidad del aire en la boquilla de muestreo debe coincidir con la velocidad de los gases en la chimenea en el lugar donde se realiza la toma. Esto asegura que la muestra sea representativa (Crespo, 2008).





Información complementaria:

Tabla 23

Recipientes, temperatura de preservación y tiempo de conservación de muestras de suelos para los análisis correspondientes

Parámetro	Tipo de recipiente	Temperatura de preservación	Tiempo máximo de conservación
Compuestos orgánicos volátiles (COV's) BTEX		4 °C	14 días
Hidrocarburos fracción ligera	Frasco de vidrio boca ancha, con tapa y sello de teflón		
Hidrocarburos fracción media			
Hidrocarburos fracción pesada			
Compuestos orgánicos semivolátiles COSV'S y plaguicidas			
Metales pesados y metaloides	Bolsas de polietileno densa	Sin restricciones	Sin restricciones
Mercurio (Hg)	Frasco de vidrio con tapa de teflón que asegure la integridad de las muestras hasta su análisis.	4 °C	14 días
PCB	Viales de vidrio con cierre de Teflón.	4 °C	14 días
PAH	Viales de vidrio con cierre de Teflón.	4 °C	14 días

Nota. Tomado del Ministerio del Ambiente (2014).



Envases apropiados, instrucciones de conservación y los tiempos máximos de conservación recomendados para algunos parámetros para muestras de agua.

Tabla 24

Recomendaciones para muestreo y preservación de muestras de aguas de acuerdo a cada tipo de análisis

Parámetro	* Volumen mL.	** Recipiente	Preservante	Tiempo máximo de conservación
pH	25	p-v	Enfriar 4°C	6 horas
Color	500		Enfriar 4°C	48 horas
Olor	500	p-v	Enfriar 4°C	6 horas
Sustancias Flotantes	1000	p-v		
Turbiedad	100	p-v	Enfriar 4°C	--
Nitritos	100	p-v	Analizar inmediatamente o congelar	24 horas
Cloruros	50	p-v	No requerido	7 días
Sulfatos	50	p-v	Enfriar 4°C	28 días
Hierro Total	100	P		
Dureza Total	100	P		
Cloro Residual	500	p-v	Analizar inmediatamente	½ - 2 horas
Sabor	500	V	4 °C analizar inmediatamente	24 horas

*Volumen mínimo requerido en mililitros.

**v = Vidrio, p = plástico

Nota. Tomado de Ramirez (2007).

Tabla 25

Agrupación de parámetros por tipo de preservación de muestras de aguas

Preservación por	Apropiado para	No apropiado para
	- Metales alcalinos - Aluminio - Amoniaco (pero no, si se encuentra en estado libre y los análisis para amoniaco total son requeridos) - Arsénico	- Cianuros - Sulfuros - Carbonatos, bicarbonatos, dióxido de carbono - Sulfatos, dióxido de azufre - Tiosulfatos - Nitritos
Acidificación a pH < 2	- Metales alcalinotérreos - Nitrato - Dureza total - Fosfatos totales - Metales pesados	- Fosfonatos (si la especificación es requerida) - Jabones y esteres - Hexametilentetramina - No usar H₂SO₄ para: calcio, estroncio, bario, radio y plomo. - No usar HCl para: plata, talio, plomo, bismuto, mercurio (II) y antimonio. - No use HNO₃ para estaño.
Alcalinización a pH < 11	Yoduros	La mayoría de los compuestos orgánicos, metales pesados especialmente en estados de





Preservación por	Apropiado para	No apropiado para
		baja valencia y algunos metales en forma de aniones solubles en estados de alta valencia. • Dependiendo del anión presente consultar las tablas de solubilidad. • Amoníaco/amonio • Aminas y amidas • Fósforo total • Hidrazina • Hidroxilamina.
    	Enfriamiento entre 2 °C y 5 °C • Acidez, alcalinidad • Amonio • Bromuros y compuestos de bromo • Clorofila (II) • Ioduros • Nitrógeno (Kjeldahl) • Conductividad • Nitratos • Nitritos • Olor • Ortofosfatos • Fosfatos • Sulfatos • Surfactantes catiónicos • Residuos secos • Residuos totales • Ensayos biológicos	
		Congelamiento a - 20 °C • Clorofila (II) • DQO • Ensayos biológicos y de toxicidad • Carbono orgánico • Índice de permanganato • No apropiado para biota si debe hacerse una diferenciación entre contenido líquido y el contenido celular biótico. • Gases disueltos • Identificación de microorganismos • Para solutos que requieran homogenización y puedan presentar cambios, después de la disolución • Precipitación y polimerización que puedan hacer difícil la disolución • Conservación de algunos polímeros depolimerizados

Nota. Tomado de Ramirez (2007).

Tabla 26

Requisitos para recepción de muestras de aguas

Ensayo	Tipo de envase	Cantidad mínima de muestra	Preservación/Conservación desde la toma de muestra	Tiempo mínimo para transporte al laboratorio
pH			Modelo de campo	
Temperatura			Modelo de campo	
Conductividad			Modelo de campo	
Oxígeno disuelto			Modelo de campo	
Básicos				
Turbiedad	P o V (1)	200 mL	Refrigerar a 4 °C	48 horas
Color		200 mL	Refrigerar a 4 °C	48 horas
Alcalinidad	P o V(1)	500 mL	Refrigerar a 4 °C	48 horas
Sólidos sedimentables	P o V(1)	500 mL	Refrigerar a 4 °C	48 horas
Sólidos (disueltos, fijos, suspendidos, volátiles, totales)	P o V(1)	1000 mL	Refrigerar a 4 °C	7 días
Cloruros	P o V(1)	200 mL	Refrigerar a 4 °C	28 días
Sulfatos	P o V(1)	100 mL	Refrigerar a 4 °C	28 días
Dureza	P o V(1)	500 mL	Agregar 1,5 mL de HNO ₃ 1+1 ⁽⁴⁾ hasta pH <2	6 meses
DBO ₅	P o V(1)	1000 mL	Refrigerar a 4 °C	24 horas
Cianuro WAD	P o V(1)	500 mL		14 días
Material extractable en hexano MEH (Aceites y grasas)	V (1) ámbar	1000 mL	Agregar H ₂ SO ₄ + 1+1 ⁽⁴⁾ hasta pH < 2, refrigerar 4 °C	28 días
DQO	P o V(1)	100 mL	Agregar H ₂ SO ₄ + 1+1 ⁽⁴⁾ hasta pH < 2, refrigerar 4 °C	28 días
Metales				
Metales ⁽⁵⁾	P(A) ⁽²⁾ (no tapa de metal)	100 mL	Agregar 3 mL de HNO ₃ 1+1 ⁽⁴⁾ hasta pH <2, refrigerar a 4 °C	3 meses
Mercurio	P(A) o V(A) ⁽²⁾ (no tapa de metal)	500 mL	Agregar 4 mL solución de dicromato de potasio ⁽⁵⁾ luego agregar 1.5 mL de HNO ₃ 1+1 ⁽⁶⁾ hasta pH < 2 refrigerar a 4 °C	14 días P(A) ⁽²⁾ 28 días V(A) ⁽²⁾
Orgánicos				
Organoclorados	V(D) ⁽²⁾ ámbar, tapa de revestimiento interno de PTFE (no tapa de metal)	2000 mL Dividido en 02 frascos de 1 L	Refrigerar < 6 °C Si existe cloro residual añadir 0.75 mL de tiosulfato al 3 %	7 días



Ensayo	Tipo de envase	Cantidad mínima de muestra	Preservación/Conservación desde la toma de muestra	Tiempo mínimo para transporte al laboratorio
Organo fosforados	V(D) ⁽³⁾ Ambar, tapa de revestimiento interno PTFE (no tapa de metal)	2000 mL. Dividido en dos frascos de 1L	Refrigerar < 6 °C si existe cloro residual añadir 0.75 mL de tiosulfato de 3 %	7 días
Bifenilpoliclorados (Específicamente Arocloros)	V(D) ⁽³⁾ ámbar, tapa de revestimiento interno de PTFE (no tapa de metal)	2000 mL Dividido en 02 frascos de 1 L	Refrigerar < 6 °C Si existe cloro residual añadir 0.75 mL de tiosulfato al 3 %	Ninguno
Hidrocarburos totales de petróleo TPH rango DRO (C10-C32)	V(D) ⁽³⁾ ámbar, tapa de revestimiento interno de PTFE (no tapa de metal)	1000 mL	Refrigerar a < 6 °C, agregar 3 mL HCl 1 + 1 hasta pH <2	14 días

- 1) P. frasco de plástico de alta densidad boca ancha, V. frasco de vidrio de borosilicato boca ancha.
- 2) P(A). lavado con HNO₃ 1+1; V(A). lavado con HNO₃ 1+1
- 3) V(D). acondicionado en el laboratorio con solventes orgánicos (Ejem: Acetona luego con hexano).
- 4) 1+1 (un volumen de ácido + un volumen de agua destilada). Debe asegurarse la calidad del agua destilada (libre de metales o compuestos orgánicos).
Ácido nítrico concentración 65 % y de alta pureza (ver especificaciones técnicas).
Ácido sulfúrico concentración 98 % y grado P: A:
Ácido clorhídrico concentrado 37 % y grado P: A:
- 5) Para ensayo de metales disueltos filtrar en el campo antes de preservar. Utilizar filtro de membrana de policarbonato o éster de celulosa, tamaño de poro 0.45 µm
- 6) 50 mg de K₂Cr₂O₇ en 50 mL de ácido nítrico y diluir a 1 litro

Tabla 27

Especificaciones técnicas para uso de ácido nítrico:

Metales	Concentración menor o igual a (ppb)
Arsénico, Bario, Cadmio, Litio, Magnesio, Antimonio, Estaño	0.5
Cromo, Mercurio	1
Calcio, Hierro, Potasio, Plomo, Zinc.	2
Aluminio, Niquel	5
Sodio	10

Nota. Tomado del Ministerio de Salud del Perú (2011).



3.2.14. Literatura y traducción forense¹⁶

1) Historia

a) Orígenes en la antigüedad

La necesidad de intérpretes y traductores en procesos judiciales se remonta a las primeras civilizaciones donde coexistían múltiples lenguas. En contextos jurídicos y comerciales, la presencia de intérpretes era indispensable para garantizar la comunicación entre autoridades y ciudadanos. Conklin (1998:45) explica que “the practice of providing interpreters in judicial proceedings dates back to ancient civilizations, where linguistic diversity was common in courts and marketplaces”. Esto muestra que desde tiempos remotos la traducción y la interpretación tenían una función probatoria y de mediación en la justicia.

b) Edad media y juicios eclesiásticos

Durante la edad media, los intérpretes adquirieron mayor relevancia en los procesos eclesiásticos y reales, sobre todo en territorios multilingües como la península ibérica. Sin embargo, la labor del traductor aún carecía de una regulación formal. Fraser (1990:25) destaca que “medieval courts frequently relied on interpreters, but their role was informal and their reliability often questioned”.

En este periodo, la traducción servía como medio de acceso a la justicia, pero no estaba reconocida como un derecho.

c) Siglo XIX: regulación y formalización

El siglo XIX marcó un punto de inflexión con la consolidación de los estados modernos y sus sistemas judiciales. A partir de entonces, se comenzó a legislar sobre la figura del traductor e intérprete oficial.

Turell (2005) señala que “the institutionalization of linguistic expertise in courts did not occur until the 19th century, when modern legal systems recognized the need for certified interpreters”.

En este momento histórico, se crean las primeras figuras de traductores jurados o peritos lingüísticos, aunque su campo de acción era principalmente administrativo.

d) Siglo XX: consolidación de la lingüística forense

La traducción forense como disciplina se desarrolla en el marco de la lingüística forense. Según Gibbons (2008:3), “forensic linguistics, as a recognized discipline, emerged in the 1960s, initially focusing on authorship identification and gradually expanding to translation and interpretation in legal settings”.

De este modo, la traducción forense pasó de ser una práctica auxiliar a convertirse en un campo de estudio interdisciplinario que involucra derecho, lingüística y criminalística.

e) Reconocimiento contemporáneo

En la actualidad, la traducción forense está respaldada por instrumentos internacionales que la reconocen como un derecho fundamental en los procesos judiciales.

¹⁶ Redactado por: Lic. Liz Karolina Ysabel Tarrillo García y Lic. Gilmer Alberto Ruiz Vela.

- El pacto internacional de derechos civiles y políticos (ONU, 1966) establece en su art. 14.3(f) que toda persona tiene derecho a la asistencia de un intérprete.
- El convenio europeo de derechos humanos (1950) recoge disposiciones similares en su art. 6.3.
- En el ámbito nacional, múltiples legislaciones (como el código procesal penal peruano de 2004) regulan expresamente la intervención de traductores e intérpretes en procesos judiciales.

Turell (2005) resume esta evolución, señalando que “linguistic expertise was initially regarded with skepticism, as it lacked the empirical validation of other forensic sciences, but it has progressively gained recognition”.

Hoy en día, la traducción forense es considerada una herramienta indispensable para garantizar el derecho a la defensa y el debido proceso en contextos multilingües.

2) Definición

a) Traducción forense y diferencia con la traducción judicial

Antes de explicar las funciones del traductor en un proceso judicial, es importante definir lo que se entiende por traducción forense y diferenciarla de la traducción judicial. Según Coulthard y Johnson (2007) “forensic translation is concerned not only with legal texts but with the linguistic evidence itself, where the translation may form part of the material presented in court”

Es decir, la traducción forense no se limita a trasladar documentos legales, sino que abarca también la interpretación de elementos lingüísticos que pueden convertirse en prueba dentro de un proceso judicial. Por esta razón, se diferencia de la traducción judicial, la cual se centra en documentos legales normativos o procesales (sentencias, contratos, leyes).

En esta línea, Gibbons (2008) define la lingüística forense, rama a la que pertenece la traducción forense, como: “the interface between language and the law”.

Esto significa que el traductor forense trabaja en el punto de intersección donde la lengua se convierte en un medio para garantizar la justicia. Además, se resalta en líneas generales que, en el campo de la criminalística la literatura y traducción forense debe ser entendida como traducción e interpretación forense.

b) Interpretación forense.

Además de la traducción escrita, la interpretación forense constituye un pilar fundamental en el acceso a la justicia. Se refiere a la transmisión oral de mensajes en contextos judiciales, policiales o penitenciarios, en los que la persona involucrada no domina la lengua del proceso. Mikkelsen (2008) define que “court interpreting is the oral translation of spoken language within the judicial process, ensuring that non-native speakers can fully participate in legal proceedings”. Por su parte, Hale (2004) subraya que “interpreting in court is not merely linguistic transfer, but a communicative act where accuracy and impartiality are essential”.

En consecuencia, la interpretación forense se diferencia de la traducción escrita en su inmediatez y carácter interactivo, lo que exige al intérprete habilidades específicas como memoria, rapidez de procesamiento, control emocional y profundo conocimiento terminológico y cultural.



c) Funciones del traductor forense en procesos legales

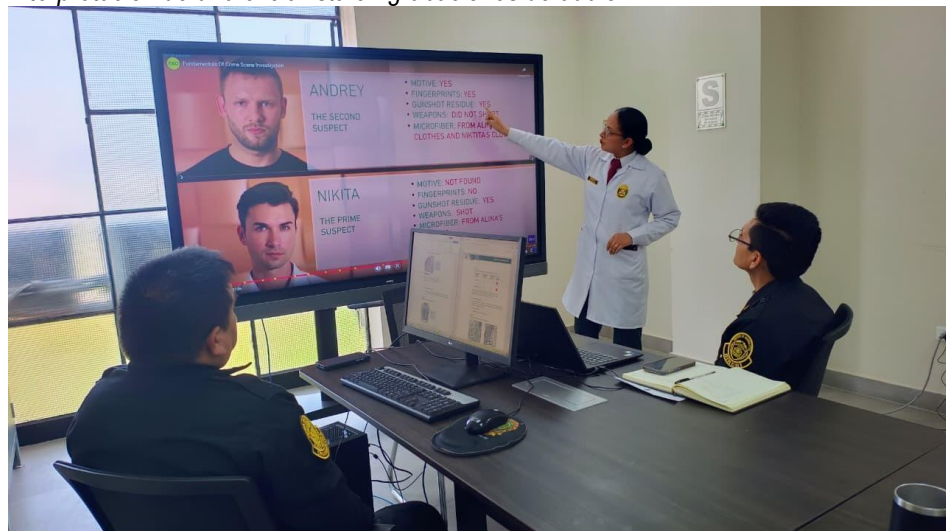
El papel del traductor forense ha adquirido una relevancia creciente en el ámbito judicial, especialmente en procesos penales y transnacionales. Gómez (2016) indica que “la traducción forense se convierte en una herramienta esencial para garantizar el derecho a la defensa y el debido proceso en contextos multilingües.” De este modo, el traductor forense cumple con funciones clave:

- Trasladar con fidelidad informes de criminalística, actas policiales, autopsias y pericias.
- Traducir y transcribir grabaciones de audio y video que forman parte del expediente.
- Colaborar como perito especializado en la interpretación de términos técnicos, coloquialismos o ambigüedades lingüísticas que puedan incidir en la valoración de la prueba.

Tal como explica Turell (2005) “discourse analysis is the most important tool in cases where the evidential material derives from recorded conversations, since the structure of interaction can reveal the speaker’s intention”.

Figura 457

Interpretación de una entrevista en grabaciones de audio



d) Marco nacional e internacional

El reconocimiento del derecho a intérprete y traductor está respaldado por normas jurídicas de alcance internacional y nacional:

i) Ámbito internacional:

El international covenant on civil and political rights (Naciones Unidas, 1966) establece en su art. 14.3(f) que “to have the free assistance of an interpreter if he cannot understand or speak the language used in court”.

El european convention on human rights (1950), art. 6.3, reconoce de manera similar este derecho.

El tribunal europeo de derechos humanos, en case of cuscani v. United Kingdom (2002), enfatizó que la falta de traducción adecuada vulnera el derecho a un juicio justo.



ii) **Ámbito nacional (Perú)**

La constitución política del Perú en su art. 139 inc. 14 garantiza el derecho del procesado a un traductor o intérprete.

El nuevo código procesal penal, art. 87, regula la intervención de traductores e intérpretes oficiales en los procesos judiciales.

En síntesis, tanto en el plano internacional como nacional, la traducción e interpretación forense son consideradas derechos fundamentales que buscan garantizar el debido proceso y la igualdad de las partes.

e) **Normas de certificación y validación**

Para que una traducción tenga validez en sede judicial, debe estar certificada por profesionales acreditados que garanticen su autenticidad y fidelidad.

Hertog (2016:34) afirma que “certification systems vary widely across jurisdictions, but the aim remains the same: ensuring reliability and admissibility of translated evidence in court” En el caso peruano, la Ley N.º 26647 regula la colegiación obligatoria de traductores públicos juramentados. En España, la figura del traductor-intérprete jurado está recogida en el real decreto 724/2020. En Estados Unidos, aunque no existe un sistema único, los tribunales aceptan traducciones certificadas por traductores acreditados, por ejemplo, por la American Translators Association (ATA).

De esta forma, la certificación y validación de traducciones en el ámbito legal no solo refuerza la credibilidad de los procesos judiciales, sino que también protege los derechos de las partes involucradas.

3) Importancia

a) **Los juicios de núremberg y la interpretación simultánea**

Un punto de inflexión en la historia de la traducción e interpretación forense lo constituyen los juicios de núremberg (1945–1946). En estos procesos, en los que se juzgó a altos jerarcas nazis, participaron cuatro idiomas oficiales: inglés, francés, alemán y ruso. El uso de la interpretación consecutiva se reveló inviable debido a la complejidad y duración de los procedimientos, lo que dio origen a la interpretación simultánea moderna. Gaiba (1998) afirma que “the nuremberg trials marked the birth of simultaneous interpreting as a profession, since consecutive interpreting was deemed impractical for such a complex multilingual trial”.

La empresa IBM desarrolló un sistema técnico pionero de micrófonos y auriculares que permitió interpretar en tiempo real, reduciendo la duración del juicio y asegurando el acceso equitativo de todos los acusados y abogados a la información presentada. Como señala Baigorri-Jalón (2014), “without the simultaneous interpreting system, the Nuremberg Trials could not have been conducted in a reasonable time”. Este precedente consolidó la interpretación como un elemento indispensable de la justicia internacional y marcó el inicio de su institucionalización en organismos como las Naciones Unidas y, décadas más tarde, en la corte penal internacional.

b) **Desafíos lingüísticos y culturales**

El traductor e intérprete forense se enfrenta no solo a dificultades terminológicas, sino también a retos lingüísticos y culturales que pueden afectar la interpretación de la prueba. Estos desafíos incluyen



expresiones idiomáticas, variaciones dialectales y ambigüedades intencionales en el discurso, elementos que, si no son correctamente trasladados, pueden modificar el sentido probatorio de la evidencia.

i) Traducción de expresiones idiomáticas y referencias culturales

Las expresiones idiomáticas y referencias culturales representan un gran desafío, ya que muchas veces carecen de un equivalente directo en la lengua meta. Baker (1992:68) señala que “idiomatic expressions are notoriously difficult to translate, since their meaning cannot be deduced from the meanings of individual words”. En el contexto forense, la omisión o la traducción literal de un modismo puede distorsionar la intención comunicativa. Por ello, el traductor debe optar por:

- Buscar un equivalente culturalmente funcional.
- Explicar mediante una nota al pie o aclaración pericial

ii) Variantes dialectales y regionalismos

En contextos judiciales, los acusados o testigos pueden emplear dialectos, jergas o regionalismos propios de su comunidad lingüística. Shuy (2006) observa que “dialectal variation may influence how statements are interpreted in court, and failure to account for it can disadvantage a speaker”. El traductor forense debe ser capaz de reconocer y trasladar estas variantes sin neutralizarlas, ya que pueden constituir indicadores de identidad, procedencia geográfica o pertenencia social relevantes en la investigación criminalística.

iii) Ambigüedad intencional en el lenguaje

En ocasiones, los hablantes utilizan el lenguaje de manera ambigua o deliberadamente vaga, por ejemplo, en amenazas, extorsiones o declaraciones donde buscan encubrir responsabilidad. Olsson (2008) afirma que “forensic linguists are often called upon to analyze intentional ambiguity, since vague or coded expressions may conceal criminal intent”. El traductor debe ser especialmente cauteloso en estos casos, pues una mala resolución de la ambigüedad puede alterar la interpretación probatoria del mensaje. En ciertos procesos, incluso se solicita al traductor forense un informe pericial adicional explicando las posibles interpretaciones del término ambiguo.

c) Ética y responsabilidad profesional

El traductor e intérprete forense no solo enfrenta retos técnicos y lingüísticos, sino también responsabilidades éticas y legales. Su labor puede influir directamente en la vida de los procesados, víctimas y testigos, por lo que debe regirse por principios de confidencialidad, imparcialidad y responsabilidad profesional.

i) Confidencialidad y reserva legal

El traductor forense tiene la obligación de mantener absoluta confidencialidad respecto a la información a la que accede. Esta obligación se fundamenta en el principio del secreto profesional, aplicable a todo aquel que maneja información judicial sensible. González et al. (1991) subrayan que “confidentiality is one of the cornerstones of court interpreting, as interpreters have access to privileged and sensitive information”. Esto significa que cualquier revelación indebida de información puede constituir no solo una falta ética, sino también un delito en algunas jurisdicciones.



ii) Neutralidad y ausencia de sesgo

El traductor forense debe actuar como un mediador neutral. No puede favorecer a ninguna de las partes ni introducir interpretaciones subjetivas que modifiquen el sentido del mensaje. Mikkelsen (2008) enfatiza que “interpreters must render messages faithfully and impartially, refraining from adding, omitting, or altering content based on personal views”. De esta manera, el traductor asegura el principio de igualdad procesal, permitiendo que todas las partes tengan acceso equitativo a la justicia.

iii) Responsabilidad penal y civil por errores de traducción

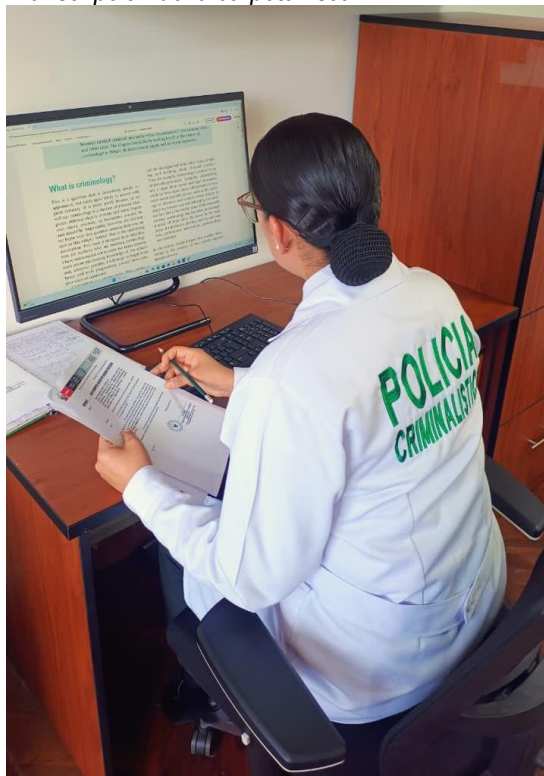
Un error en la traducción forense puede tener consecuencias jurídicas graves, como la condena injusta de una persona o la nulidad de un proceso. Por ello, algunos ordenamientos establecen responsabilidad penal o civil para el traductor en caso de negligencia o dolo. Hertog (2016) advierte que “errors in forensic translation can have far-reaching consequences, and translators may be held liable if negligence is proven”. Esto implica que el traductor forense debe trabajar con un alto estándar de diligencia profesional, aplicar controles de calidad (revisión y cotejo bilingüe) y documentar su trabajo de forma transparente para protegerse de posibles responsabilidades.

4) Actividad pericial

a) Tipología de documentos forenses

La labor del traductor forense se caracteriza por la variedad de documentos que debe abordar, cada uno con características propias que requieren técnicas específicas de traducción. A continuación, se describen los principales tipos de documentos que forman parte de procesos judiciales y criminalísticos.

Figura 458
Transcripción de la carpeta fiscal



i) Traducción de declaraciones juradas y testimonios

Las declaraciones juradas y testimonios constituyen documentos sensibles, ya que reflejan directamente las palabras de una persona involucrada en un proceso. La traducción de estos textos debe preservar el estilo, tono y registro del declarante, evitando añadidos o interpretaciones subjetivas. Shuy (2006) enfatiza que “in forensic contexts, the translator’s fidelity to the speaker’s wording is critical, since even minor deviations can change the perception of credibility”. En este tipo de documentos, el traductor debe ser especialmente cuidadoso con el léxico coloquial, las expresiones idiomáticas y las contradicciones, pues cualquier alteración puede incidir en la valoración probatoria del testimonio.

ii) Traducción de oficios judiciales, órdenes de allanamiento y resoluciones

Los oficios judiciales, órdenes de allanamiento y resoluciones son textos de carácter estrictamente jurídico y administrativo. Requieren un manejo preciso de la terminología legal, ya que determinan actuaciones procesales que afectan directamente los derechos de las personas. Según Cao (2007), “legal translation requires the translator to reproduce the exact legal effect of the source text in the target language”. En consecuencia, la traducción de este tipo de documentos debe reflejar con exactitud la fuerza normativa del texto, sin caer en simplificaciones ni ambigüedades que puedan alterar su alcance.

iii) Traducción de pruebas documentales (correos, cartas, contratos, registros)

Las pruebas documentales abarcan un amplio rango de textos que pueden presentarse como evidencia: correos electrónicos, cartas, contratos, registros financieros, entre otros. En este caso, el traductor forense debe equilibrar la fidelidad lingüística con la comprensión contextual. Olsson (2008) sostiene que “the interpretation of documentary evidence often depends on subtle linguistic nuances, which the translator must preserve to avoid misleading the court”. Esto implica que el traductor no solo traslada palabras, sino también conserva el estilo de redacción (formal, técnico o coloquial) y los posibles indicios lingüísticos de falsificación, manipulación o intencionalidad.

iv) Traducción de transcripciones de audios

Uno de los retos más complejos en la traducción forense es la transcripción y traducción de audios, como grabaciones de escuchas telefónicas, interrogatorios o conversaciones informales. Fraser (1990) señala que “transcribing spoken data for forensic purposes is not a neutral process, as decisions must be made about pauses, overlaps, and unclear speech”. Esto significa que la traducción de transcripciones debe reflejar con precisión entonación, silencios, interrupciones y errores gramaticales, ya que todos estos elementos pueden ser relevantes para la interpretación judicial de la prueba.

b) Terminología jurídica y procesal

La traducción forense exige un manejo especializado de la terminología jurídica y procesal. El traductor debe dominar tanto el léxico propio de los sistemas judiciales como las diferencias estructurales entre ordenamientos legales. La precisión terminológica es clave, pues una traducción incorrecta puede modificar el alcance jurídico de un documento.

i) Léxico procesal: partes, etapas y tipos de procedimientos

El léxico procesal incluye términos relacionados con las partes procesales (demandante, demandado, acusado, fiscal, juez, abogado defensor), las etapas del proceso (investigación



preliminar, instrucción, juicio, apelación, ejecución) y los tipos de procedimientos (penal, civil, administrativo, constitucional). Cao (2007) destaca que “legal terminology is system-bound; it reflects the unique structures and concepts of a given legal system”. En consecuencia, el traductor debe conocer no solo las palabras, sino también las instituciones jurídicas a las que se refieren, ya que no siempre existen equivalencias directas entre diferentes sistemas legales.

ii) Términos legales con equivalencias complejas entre idiomas

Muchos términos legales presentan equivalencias parciales o inexistentes en otras lenguas. Por ejemplo, el término “indictment” en el sistema anglosajón no tiene un equivalente exacto en los sistemas de derecho civil. Harvey (2002:177) señala que “translating legal terms often involves negotiating between legal systems, since functional equivalents may not exist”.

- En estos casos, el traductor puede optar por:
- Mantener el término original y añadir una nota explicativa.
- Buscar un equivalente funcional aproximado en el sistema de destino.
- Adaptar la traducción según el contexto procesal específico.

iii) Falsos amigos y errores frecuentes en traducción jurídica

En la traducción jurídica abundan los falsos amigos y las confusiones terminológicas. Por ejemplo:

- “Actual” (inglés) no significa “actual” (español), sino “real” o “efectivo”.
- “Eventually” no significa “eventualmente”, sino “finalmente”.
- “Notario” en español (civil law) no equivale a “notary public” en inglés (common law).

Šarčević (1997:236) advierte que “false friends in legal translation can result in serious mistranslations, with legal and procedural consequences”. El traductor forense debe ser consciente de estas trampas lingüísticas y aplicar una revisión especializada para evitarlas.

iv) Glosarios multilingües en materia judicial

Una herramienta indispensable para el traductor forense son los glosarios y bases terminológicas multilingües, que permiten mantener coherencia terminológica y adecuación al contexto procesal. Hertog (2016:122) afirma que “multilingual legal glossaries contribute to consistency and reliability in legal translation, especially in multilingual jurisdictions”

Ejemplos:

- IATE (InterActive Terminology for Europe): base terminológica de la Unión Europea.
- UNTERM (United Nations Terminology Database): base terminológica de Naciones Unidas.
- Glosarios nacionales: como los publicados por ministerios de justicia, cortes supremas o colegios de traductores.



c) Técnicas de traducción forense

La traducción forense no se limita a trasladar un texto de una lengua a otra: requiere aplicar técnicas específicas que aseguren la fidelidad, la coherencia y la validez jurídica de los documentos. El traductor debe encontrar un equilibrio entre la precisión literal y la claridad interpretativa, siempre dentro del marco normativo del proceso judicial.

i) Traducción literal vs. traducción interpretativa en contexto legal

La traducción literal consiste en trasladar palabra por palabra el texto original, lo cual es útil en documentos donde cada término posee un valor jurídico concreto (ej. resoluciones judiciales, órdenes de allanamiento). Sin embargo, en otros casos, como declaraciones de testigos o pruebas documentales, puede ser necesario aplicar una traducción interpretativa, que priorice el sentido sobre la forma.

Cao (2007) explica que: “legal translation must often oscillate between literalness and free rendering, depending on whether the legal meaning or the communicative effect is prioritized”.

En la práctica forense, el criterio rector es preservar el valor probatorio del texto, sin alterar el sentido original.

ii) Adaptación de formatos y sellos en documentos oficiales

Los documentos judiciales suelen contener formatos preestablecidos, sellos, timbres, membretes y certificaciones, cuya traducción debe ser fiel, pero también reconocible para la autoridad receptora.

De Groot y van Laer (2006), afirman que: “the translation of legal documents requires adapting not only the text but also official seals and layouts to make them acceptable in the target jurisdiction”.

La práctica estándar consiste en:

- Traducir los sellos entre corchetes ([Seal: supreme court of justice]).
- Mantener la estructura original del documento.
- Indicar con notas cualquier elemento ilegible o no traducible.

iii) Mantenimiento de la coherencia terminológica

La coherencia terminológica es esencial en traducción forense, especialmente en expedientes judiciales extensos, donde un mismo término puede repetirse en diferentes documentos. Hertog (2016) señala que “terminological consistency is not only a matter of style, but a guarantee of legal certainty”.

Para lograrlo, el traductor debe:

- Elaborar glosarios propios de cada caso.
- Utilizar memorias de traducción o bases terminológicas.
- Revisar que un mismo término tenga siempre la misma traducción en todo el expediente.



iv) Revisión y cotejo bilingüe

El cotejo bilingüe consiste en comparar el texto original con la traducción, garantizando que no existan omisiones, adiciones o alteraciones. Es una fase crítica, ya que de ella depende la admisibilidad de la traducción en sede judicial. Mayoral (2003) subraya que “in forensic translation, quality control must include a bilingual revision, since any error can undermine the evidential value of the translation”. En este sentido, se recomienda aplicar el principio de doble control: un traductor realiza la versión inicial y un revisor especializado verifica la correspondencia término a término con el original.

d) Interpretación forense.

La interpretación forense se diferencia de la traducción escrita en que implica la transmisión oral inmediata de mensajes en contextos judiciales o policiales. El intérprete actúa como puente de comunicación entre jueces, fiscales, abogados, testigos, acusados y peritos, garantizando el derecho a ser oído y comprendido en el idioma propio.

i) Interpretación consecutiva en audiencias y declaraciones

En la interpretación consecutiva, el intérprete escucha un fragmento del discurso y lo reproduce posteriormente en la lengua meta. Este modo suele aplicarse en audiencias preliminares, interrogatorios policiales o declaraciones juradas, donde se requiere exactitud y control del discurso. Hale (2004) explica que “consecutive interpreting in court settings allows the interpreter to preserve the speaker’s structure and nuances, but it requires excellent memory and note-taking skills”. Esto implica que el intérprete debe reproducir fielmente lo dicho, sin alterar el orden ni omitir detalles relevantes.

ii) Interpretación simultánea en procesos judiciales o reuniones técnicas

La interpretación simultánea se utiliza en procesos judiciales complejos o reuniones técnicas con varios participantes, como en juicios internacionales o conferencias de peritos. En este caso, el intérprete reproduce el discurso en tiempo real, generalmente con apoyo de cabinas o equipos técnicos. Gaiba (1998), al referirse a los juicios de Núremberg, señala que “the nuremberg trials marked the birth of simultaneous interpreting as a profession, since consecutive interpreting was deemed impractical”. En contextos judiciales modernos, la simultánea garantiza eficiencia, pero exige gran concentración y dominio de la terminología procesal.

iii) Manejo de lenguaje ofensivo o sensible

El intérprete forense a menudo se enfrenta a lenguaje ofensivo, vulgar o sensible, especialmente en declaraciones de víctimas o en transcripciones de escuchas telefónicas. Mikkelsen (2008) advierte que “interpreters must reproduce offensive or obscene language exactly as uttered, avoiding euphemisms or omissions”. Esto garantiza que el registro emocional y el impacto del discurso original se mantengan en la traducción oral, sin “suavizar” ni distorsionar el testimonio.

iv) Precisión y neutralidad del intérprete

La neutralidad es uno de los principios éticos más importantes en la interpretación forense. El intérprete no debe tomar partido ni modificar el mensaje según su criterio personal, sino ser un canal transparente de comunicación. González et al. (1991) señalan que “court interpreters are officers of the court, and as such, they must maintain strict impartiality and accuracy in their renditions”. Esto



significa que cualquier intervención del intérprete debe limitarse a aclaraciones lingüísticas o culturales solicitadas por el juez, nunca a opiniones o valoraciones propias

e) Tecnología aplicada a la traducción forense

La digitalización de la justicia y la globalización de los procesos legales han impulsado la incorporación de tecnologías especializadas en la labor del traductor e intérprete forense. Estas herramientas no sustituyen al profesional humano, pero aumentan la precisión, coherencia y eficiencia del trabajo en contextos judiciales.

i) Herramientas CAT para documentos jurídicos

Las herramientas de traducción asistida por computadora (CAT tools), como Trados, MemoQ o Wordfast, permiten a los traductores jurídicos y forenses mantener memorias de traducción y garantizar la consistencia terminológica en expedientes extensos. Cao (2007) explica que “computer-assisted translation tools can help legal translators maintain consistency and accuracy across large volumes of documents”. En el ámbito forense, estas herramientas son especialmente útiles en procesos de larga duración con múltiples resoluciones, informes y actas.

ii) Software de transcripción y sincronización de subtítulos en videos probatorios

Uno de los mayores retos de la traducción forense es el análisis de pruebas audiovisuales (interrogatorios grabados, escuchas telefónicas, cámaras de seguridad). Actualmente existen softwares que permiten transcribir, segmentar y sincronizar subtítulos de manera precisa, como Express Scribe, oTranscribe o incluso herramientas forenses avanzadas como Forensic Audio Workstation. Fraser (2003) señala que “forensic transcription requires specialized software to ensure that timing, pauses, and overlaps are represented accurately”. El traductor puede así elaborar versiones bilingües sincronizadas que facilitan la valoración judicial de las pruebas audiovisuales.

iii) Uso de bases de datos terminológicas jurídicas

Las bases terminológicas jurídicas multilingües son herramientas esenciales para asegurar coherencia y adecuación cultural en la traducción legal. Hertog (2016) sostiene que “multilingual legal terminology databases provide translators with standardized terms, reducing the risk of inconsistency in judicial contexts”

Ejemplos relevantes:

- IATE (InterActive Terminology for Europe): base terminológica de la Unión Europea.
- UNTERM (United Nations Terminology Database): utilizada en la ONU.
- Eur-Lex: legislación y jurisprudencia multilingüe de la Unión Europea.
- Glosarios nacionales publicados por colegios de traductores o ministerios de justicia.

Estas herramientas son fundamentales en procesos judiciales internacionales o transfronterizos, donde los términos deben ser uniformes y legalmente reconocidos en varias jurisdicciones.





3.2.15. Medicina forense¹⁷

1) Historia

La medicina forense ha presentado, a lo largo de la historia, una evolución e integración constante. Durante la época cristiana, entre los años 529 y 564, nació el Código Justiniano, que regulaba el ejercicio de la medicina, cirugía y obstetricia, estableciendo sanciones por mala praxis y reconociendo al experto médico como auxiliar de la administración de justicia. En el siglo X, en China, se publicó en el año 1247 el libro Hsi Yuan Lu, que clasificaba las lesiones según su gravedad, el instrumento utilizado y la parte del cuerpo afectada. En 1537, el emperador Carlos V promulgó el Código Carolino en Europa, mediante el cual se establecía la obligatoriedad de la presencia de un médico que asistiera a los magistrados en casos de homicidio, lesiones, envenenamiento, ahorcamiento, infanticidio, aborto, entre otros.

Durante la segunda mitad del siglo XVI, la medicina forense comenzó a consolidarse como una disciplina en Europa, especialmente en Francia, Italia y Alemania. Entre las primeras contribuciones relevantes se destacan las obras de Ambrosio Paré, con Obras Completas (1575), que detallaba la metodología para la elaboración de informes médico-legales; y Pablo Zacchia, médico del Papa, con su libro Cuestiones Médico-Legales (1621–1651), considerado un pilar fundamental en Francia e Italia. En 1750, la Universidad de Edimburgo marcó un hito al ser la primera en establecer la cátedra de medicina legal, con profesores como el Dr. Andrew Duncan y posteriormente el Dr. Robert Christison. Durante el siglo XIX, proliferaron los estudios sobre medicina forense en Europa, destacando autores como Casper y Liman (Alemania), Tardieu y Brouardel (Francia), Taylor y Smith (Inglaterra), y Ferri, Garófalo, Nicéforo y Lombroso (Italia) (Trujillo, 2015)

En América, el primer informe médico-legal data de noviembre de 1493, durante la segunda expedición de Cristóbal Colón, realizado por el Dr. Pedro Álvarez Chanca. En 1536, el médico español Cristóbal Méndez realizó la primera necropsia documentada, que incluyó en su obra "Del ejercicio corporal y sus beneficios". En octubre de 1646, se llevó a cabo la primera autopsia pública en América, solicitada por Juan de Correa ante la Real Sala del Crimen. (Takajashi, 2019)

En el Perú, los estudios formales en el campo de la medicina legal se institucionalizaron en el año 1844 como una asignatura en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, y en el año 1855, se oficializó como asignatura de medicina legal y toxicología. En el año 1985, con Ley N° 24128, se creó el Instituto de Medicina Legal del Perú "Leónidas Avendaño Ureta", con dependencia del Ministerio de Justicia. En 1992, por Decreto Legislativo N° 25993, este instituto pasó a formar parte del Ministerio Público.

En el campo de acción policial, se estableció la especialidad de Criminalística en el año 1937, a través del Laboratorio de Criminalística. Posteriormente en 1965, se crearon diversas especialidades, entre ellas la medicina forense, cuya normalización ocurrió con la R.D. N° 2023-AD-SG del 29 de diciembre de 1980. Actualmente, la especialidad de medicina forense se encuentra en la División de Laboratorio Criminalístico de la Dirección de Criminalística, donde se realizan exámenes médicos-legales en personas, restos orgánicos, fluidos biológicos y osamentas, con el objetivo de detectar lesiones y alteraciones internas y externas relevantes para la administración de justicia.

¹⁷ Redactado por: SS. PNP Rene Huamaní Chate

2) Definición

La medicina forense abarca un conjunto de conocimientos médicos que contribuyen a una mejor valoración y aplicación equitativa de las leyes (Trujillo, 2014). Por ello, presenta una larga trayectoria de evolución continua, experimenta transformaciones significativas y se convierte en un componente esencial de apoyo a la justicia para cualquier sociedad segura, ya que genera la evidencia necesaria para dilucidar detalles relacionados con la perpetración de posibles delitos (Takajashi, 2019).

Debido a la trascendencia de los conocimientos médicos en el abordaje de determinados problemas judiciales, la medicina forense es una ciencia auxiliar de los tribunales judiciales, pues se configura como un conjunto de saberes que contribuyen a interpretar o aclarar cuestiones del derecho, teniendo en cuenta el análisis científico propio de la medicina humana.

Por ello, en el desarrollo de su labor diaria, el profesional que se desempeña como médico forense actúa como perito y responde, en un lenguaje comprensible, a las interrogantes realizadas por la autoridad judicial competente. Por esta razón, presenta otras denominaciones como medicina legal, jurisprudencia médica, medicina judicial y medicina de los tribunales (Vargas, 2017).

3) Importancia

La medicina forense ocupa un papel fundamental e insustituible como ciencia auxiliar que asiste en la impartición de justicia. Su importancia radica en la capacidad de aportar evidencia científica en las investigaciones legales, transformar la ambigüedad en claridad y contribuir a la toma de decisiones judiciales más sustentadas y equitativas.

Fundamentalmente, esta especialidad se constituye como un nexo entre el conocimiento médico y el ámbito jurídico, mediante el uso de principios científicos y una metodología especializada que abarca distintos aspectos; entre ellos el análisis de lesiones, la investigación de delitos sexuales, el esclarecimiento de la causa de muerte y la determinación de responsabilidad profesional, entre otros.

a) Ramas de la medicina forense

i) Traumatología forense

Denominada como lesionología forense, es la ciencia que estudia las lesiones provocadas por objetos en el cuerpo del ser humano; describiendo, clasificando, analizando el daño resultante en el organismo, provocado por circunstancias presuntamente delictivas, violencia física y consecuencias del individuo, causando un daño al cuerpo, a la vida o la salud.

El análisis abarca las consecuencias de la acción de factores externos (agentes mecánicos, físicos, químicos o biológicos) que altera la estructura anatómica, funcional o mental del ser humano, causando alteraciones en el deterioro de la salud en el ámbito psíquico o funcional.

ii) Tanatología forense

Ciencia forense que estudia el análisis científico de los fenómenos relacionados con la muerte, considerando tres enfoques (biológico, médico y legal), incluyendo un enfoque médico en una investigación policial o judicial. El trabajo de la tanatología forense consiste en reconocer las modificaciones y fenómenos que ocurren en el cuerpo muerto, con el objetivo de determinar el tiempo postmortem, distinguir los signos físicos, químicos y microbianos (fauna cadavérica) para identificar elementos que posterguen o agilicen la descomposición cadavérica.



La tanatología incluye diferentes elementos, como la tanatodiagnóstico (que determina la muerte y estima el tiempo transcurrido, utilizando métodos clínicos como complementarios con la finalidad de confirmar el cese de la vida); la tanatocronología (enfocada en determinar el intervalo postmortem; es decir, el tiempo transcurrido desde la muerte hasta el hallazgo del cadáver, basándose en el estudio de los fenómenos cadavéricos, necropsias y la preservación de los cuerpos); y la tanatolegislación (que se ocupa de los aspectos legales que conciernen al tratamiento del cadáver, como el entierro, las exhumaciones y la cremación legal) (Trujillo, 2015).

iii) Patología forense

El término griego pathos, que significa "sufrimiento", y logos, que significa "estudio", se refiere al análisis del sufrimiento o enfermedad. Así, esta especialidad analiza las modificaciones estructurales, bioquímicas y funcionales de la estructura celular (órganos, vísceras, tejidos y fluidos biológicos), los cuales se estudian macroscópicamente y se procesan para su análisis microscópico, fijándolos y coloreándolos en cortes y analizándolos con el microscopio para determinar el diagnóstico de la causa de la muerte, así como el hallazgo de células diversas, como las espermáticas. De este modo, la patología forense se relaciona con disciplinas como la histología, la citología y la anatomía patológica (García, 2019).

4) Actividad pericial

a) Exámenes médico forenses

Principalmente se desarrolla el examen ectoscópico y el examen de determinación de edad biológica.

i) Examen ectoscópico

Consiste en la inspección visual de la superficie corporal (ectoscopia) y la descripción de las lesiones externas, teniendo en cuenta el tipo de lesión, naturaleza, agente causante, características, data aproximada, localización topográfica en el cuerpo humano y el área que abarca; para lo cual se utilizan los principios de la anatomía topográfica. Además de establecer la relación entre la víctima, el agresor y la escena.

Para llevar a cabo el examen ectoscópico, es crucial la colaboración del examinado, quien debe despojarse de sus prendas en forma secuencial, permitiendo al médico forense la observación de todo su cuerpo, con el objetivo de establecer la existencia o inexistencia de lesiones en la superficie corporal, ya sean recientes o antiguas. Las lesiones recientes (menores de 10 días) establecen la relación temporal entre la víctima y el suceso, y las lesiones antiguas (mayores de 10 días) individualizan al sujeto por sus tatuajes y cicatrices, permitiendo su identificación según sea el caso.

Asimismo, es posible observar daño somático y funcional que involucra estructuras bucomaxilofaciales blandas (piel del tercio inferior de la cara y mucosa del labio, vestíbulo, mucosa alveolar, encía, piso de boca, lengua, paladar, entre otras) y duras (maxilar superior e inferior y piezas dentarias).

El examen ectoscópico determina lo siguiente:

- Data aproximada de las lesiones.
- Tipos: contusa (tipo erosión, equimosis, hematoma, herida contusa, luxación, fractura, atricción); por arma blanca (tipo erosión filiforme, herida lineal, en colgajo, mutilante); por bala (tipo herida penetrante cuando solo hay orificio de entrada, perforante, con reingreso



penetrante o perforante final, erosión por roce tangencial); quemadura (tipo calórico o químico); surco en el cuello por ahorcamiento o estrangulación; entre otros.

- Ubicación topográfica de la lesión en la superficie corporal: cabeza, cráneo o rostro; tórax en cara anterior, posterior o laterales; abdomen; pelvis; extremidades superiores e inferiores.
- Número de lesiones.
- Lesión reciente y antigua, menor o mayor de 10 días.
- Mecanismo de producción.
- Naturaleza de la lesión: contusa; por arma blanca (punzante, cortante, punzocortante o contuso cortante); por proyectil de arma de fuego (PAF); quemaduras, entre otros.
- Agente vulnerante: contundente (piedra, vara, relieve corporal, arcada dental o uñas); arma blanca (verdugillo, navaja, cuchillo, vidrio, hacha o machete); bala de pequeño, medio o gran calibre; sustancia cáustica; cuerpo sólido caliente; líquido caliente; etc.
- Producción de las lesiones antes o después de la muerte.

(4) Lesiones

Se refiere a la lesión corporal de carácter temporal o duradero, la cual se considera como cualquier modificación anatómica o funcional que comprometa la integridad, provocada por un elemento externo o interno. Así, en terminología médica, una lesión se refiere a cualquier modificación en la estructura anatómica y/o funcional de un tejido u órgano.

La Organización Mundial de la Salud, conceptualiza como lesión a cualquier daño deliberado o no deliberado al cuerpo, causado por la exposición directa a energía térmica, mecánica, eléctrica o química que provoca daño físico o mental, o por la falta de calor u oxígeno que provoque un daño corporal o mental temporal o permanente, que puede o no ser mortal.

(2) Clasificación de las lesiones

(a) Lesiones contusas

Es posible entender las lesiones contusas como un proceso complejo de cambios catabólicos, humorales, tisulares y neurovasculares, que son el resultado de la agresión de un agente físico a través de un mecanismo de impacto aplicado a una zona específica de la topografía. Además, es importante considerar que la contusión siempre es el producto de un choque entre un objeto de consistencia dura y superficie rugosa y el organismo; es decir, la existencia de un agente lesionante y el mecanismo de acción (presión) (Riú, 1998).

(i) Lesiones contusas sin solución de continuidad de la piel

1. Equimosis

También denominada morado, moretón o cardenal; se trata de una contusión superficial cerrada provocada por mecanismos de presión, los cuales se distinguen por su expansión en un plano anatómico (piel, tejido celular subcutáneo, músculo o hueso), adquiriendo una forma difusa y presentándose como una mancha sanguínea debido a la infiltración de sangre en la dermis. Este proceso se origina por la ruptura de los capilares a causa de la presión ejercida por el agente traumático, motivo por el cual los bordes tienden a ser regulares y definidos. (Riú, 1998).



Figura 459
Equimosis



Nota. Equimosis bibalpebral más tumefacción intralesional en ojo derecho y subpalpebral en ojo izquierdo, halladas en el examen ectoscópico.

Figura 460
Equimosis



Nota. Equimosis violácea en cara anterior de antebrazo derecho y brazo izquierdo, halladas en el examen ectoscópico.

Esta lesión es de gran importancia: “una equimosis es una prueba categórica de que la contusión tuvo lugar en vida”. Asimismo, la equimosis generalmente reproduce la forma del agente contundente (cinturones, palos, látigos, puño), y su mayor relevancia reside en la determinación de la fecha exacta de la lesión al observar sus variaciones de coloración, las cuales se producen por los procesos de reabsorción.

a. Cronología de la equimosis

La coloración que presentan las lesiones se debe a una microhemorragia originada por la ruptura de capilares, la cual, mediante el proceso de degradación y reabsorción, muestra cambios en la pigmentación sanguínea al entrar en contacto con los tejidos. (Riú, 1998). De este modo, las equimosis varían de color con el transcurso de los días; por ello, es posible estimar la data de la equimosis (cronocromodiagnóstico) a partir de la degradación y reabsorción de la



hemoglobina, ya que este proceso genera cambios cromáticos que permiten determinar el tiempo transcurrido desde la producción de la lesión a través de una secuencia de tonalidades características.

Rojo violáceo	:	primer al segundo día (hemoglobina)
Violácea	:	tercer al quinto día (combinación de la hemoglobina y la hematina)
Azulado violáceo	:	cuarto al sexto día (hemosiderina)
Verdoso	:	7° al 12° día (presencia de la biliverdina)
Amarillento	:	13° al 21° día (presencia de bilirrubina)

Esta cronología constituye una aproximación, ya que depende de la fragilidad capilar del individuo y de la intensidad con la que fue aplicado el agente contuso. Así, una equimosis puede desaparecer en tres semanas en una persona joven; sin embargo, en un adulto mayor, puede persistir entre cuatro a cinco semanas (Vargas, 2017). Por esta razón, la tabla temporal debe entenderse como un rango referencial de tiempo, siendo posible que la coloración de la equimosis varíe fuera de los periodos estimados.

- b. Tipos
 - i. Sugilación

Existe un tipo particular de equimosis denominada sugilación, que se produce por la extravasación de sangre causada por presión negativa o succión, conocida comúnmente como “chupetón” o “chupete”, esta lesión es observada con frecuencia en víctimas de abuso sexual, localizándose típicamente en la región anterior y lateral del cuello y mamas (Vargas, 2017).

Figura 461
Sugilación



Nota. Sugilaciones ubicadas en región pectoral bilateral, halladas en el examen ectoscópico.



Figura 462
Sugilación



Nota. Sugilación ubicada en región cervical derecha, hallada en el examen ectoscópico.

ii. Petequia

Es el depósito delimitado de sangre, de aspecto puntiforme, color rojo vivo, con diámetro $< 5\text{mm}$ y agrupadas generalmente en grupos de punteado hemorrágico, que se observa en personas como alteración de la coagulación.

iii. Equimoma:

Es una equimosis asociada a tumefacción de mayor consistencia y extensión pero que conserva el infiltrado hemorrágico laminar (Ministerio Público, 2016).

2. Hematoma

Denominado “tumor de sangre”, el hematoma se produce por la ruptura de vasos sanguíneos de mayor calibre, adoptando la forma de una colección subcutánea -similar a una bolsa de sangre-, resultado del desprendimiento de la piel respecto de sus planos subyacentes. Esta característica indica que el agente contundente debe actuar con mayor intensidad que en la producción de una equimosis. Al igual que esta última, el hematoma presenta una relación temporal entre la coloración y la antigüedad de la lesión. Se caracteriza, además, por la presencia de un bulto localizado que, a la palpación, puede mostrar fluctuación y dolor, producto de la irritación de filetes nerviosos por efecto del traumatismo (Riú, 1998).

El hematoma puede ser de tamaño reducido, comúnmente denominado “chinchón” cuando se localiza en el cuero cabelludo, o presentar dimensiones significativas que sobresalen sobre la superficie cutánea, lo cual justifica su etimología: hema (sangre) y toma (bulto o tumor). Al igual que las equimosis, su periodo evolutivo, desde el momento de su producción, no suele exceder los 21 a 22 días, salvo en casos donde se presentan complicaciones. Es importante destacar que, desde la perspectiva clínico-forense, tanto el hematoma como la equimosis generan distintos periodos de incapacidad en el individuo, los cuales deben ser valorados en el contexto del peritaje médico legal.



3. Tumefacción

También conocida como inflamación, se refiere al aumento del tamaño de la zona corporal impactada por causas traumáticas, en las que el fluido linfático se traslada al compartimento intersticial. Así, es el resultado del proceso inflamatorio provocado por la contusión y, por lo general, se ubica en áreas donde hay una distancia mínima entre el hueso y la piel, como los pómulos, la frente, el cuero cabelludo, los codos, las rodillas, entre otros; produciendo una hipersensibilidad al estímulo doloroso causada por la reducción del umbral doloroso (hiperalgesia local) en las terminaciones nerviosas afectadas.

Figura 463
Tumefacción



Nota. Tumefacción con excoriación tipo roce intralesional en región frontal izquierda, halladas en el examen ectoscópico.

(ii) Lesiones contusas con solución de continuidad de la piel

Son las causadas por agentes contusos o contundentes, que se caracterizan por ser duros, con bordes romos y no cortantes. Para causar daños en el cuerpo, estos agentes emplean diversos mecanismos de acción, incluyendo la presión, percusión, fricción o roce y tracción; a menudo, estas lesiones se conocen como golpes o contusiones.

Es importante destacar que los agentes contusos se categorizan en función de su procedencia: naturales (como piedras, palos), artificiales (como martillos, botellas, sillas, paredes) y biológicos (como puño, cabeza, codo, rodillas, pies, dientes, uñas), entre otros.



1. Erosión

Es una lesión contusa simple a nivel de mucosas, originada por el contacto con un objeto contuso; corresponde a la pérdida de epidermis y dermis superficial sin descubrir el corion papilar (Gisbert, 2004)

2. Excoriación

Se refiere a la pérdida superficial de la piel provocada por la fricción o roce de un elemento contuso. Es una lesión contusa superficial que afecta principalmente la capa córnea (stratum disiunctum), la capa lúcida (stratum lucidum) y la capa granulosa de la piel.

Esta lesión se origina por el contacto tangencial que un objeto en movimiento provoca sobre la piel, pudiendo ser estas superficies ásperas o un arma blanca de carácter biológico, como la uña.

Además, si la fricción afecta solo la epidermis, la lesión no provocará sangrado, dado que esta capa es avascular, tratándose así de una excoriación superficial. En cambio, si la fricción involucra la capa superficial de la dermis, se producirá sangrado y formación de costra, lo que corresponde a una excoriación profunda.

Existe también un tipo particular de excoriación provocada por la fricción de las uñas humanas, denominada excoriación ungueal, que puede presentarse en forma lineal o paralela, y que comúnmente se conoce como arañazos o rasguños (Riú, 1998).

a. Excoriación ungueal

Denominada también como estigma ungueal o arañazo. Es una excoriación causada por las uñas que actúan mediante presión y deslizamiento.

Figura 464

Excoriación ungueal



Nota. Múltiples excoriaciones ungueales ubicadas en región maseterina y cervical del lado izquierdo, halladas en el examen ectoscópico.



Figura 465
Excoriación ungueal



Nota. Múltiples excoriaciones ungueales ubicadas en hemicara izquierda, halladas en el examen ectoscópico.

Es necesario indicar que este tipo de lesiones no amenazan la vida del individuo, pero son cruciales para valorar las acciones de defensa, siendo fundamentales en el desarrollo de la investigación. Además, en ciertas situaciones, es posible determinar la naturaleza del agente contundente, a través de la distribución y disposición del daño epidérmico. Un caso común son las excoriaciones lineales, propias de la etapa de arrastre en atropellos por vehículo (Vargas, 2017).

Figura 466
Excoriación lineal



Nota. Múltiples excoriaciones lineales ubicadas en región torácica posterior, halladas en el examen ectoscópico.

3. Heridas contusas

Se caracterizan por una solución de continuidad, con irregularidades de sus bordes, evidenciando que las paredes de la herida y el lecho también presentan una morfología



irregular, con la presencia de puentes dérmicos, los cuales se asocian a otro tipo de lesiones contusas alrededor de la herida (Vargas, 2017).

Resulta imprescindible contar con un conocimiento claro sobre las características del agente lesionante, así como de su mecanismo de acción. El agente lesionante es siempre un objeto de consistencia dura y superficie roma, y el mecanismo de acción - presión o choque con o contra la superficie anatómica- actúa en conjunto. En conclusión, la herida contusa es siempre el resultado de una colisión entre un objeto de consistencia dura, superficie roma y el organismo. (Riú, 1998).

Cuando un golpe supera la resistencia de los tejidos de la piel y lo desgarrar, se origina una herida contusa, cabe mencionar que la capacidad de la piel para resistir es de alrededor de (7 kg/cm²), y al superarla, resulta dicha lesión. La diferenciación de patologías traumáticas ayuda a identificar lesiones específicas como los arrancamientos de miembros, dedos, orejas y genitales externos. Por ejemplo, el arrancamiento total o parcial de la piel del cuero cabelludo se denomina scalp.

Figura 467
Herida contusa



Nota. Herida contusa ubicada en región frontoparietal izquierda, hallada en el examen ectoscópico.

4. Mordedura

Es un traumatismo producido por los dientes, con un mecanismo de producción combinado de presión y tracción, que presenta un aspecto contuso-cortante o, en algunos casos, simplemente contuso. Estas lesiones suelen manifestarse como heridas con bordes que exhiben las improntas dejadas por los dientes, adoptando una forma semilunar y rodeadas por una zona de contusión equimótica.

Ocasionalmente, también se presenta un mecanismo de succión (presión negativa), acompañado de equimosis, excoriaciones y, en algunos casos, heridas contusas dispuestas en dos arcos opuestos por sus concavidades. Se distinguen dos grandes grupos de lesiones por mordedura: las producidas por humanos (de tipo eróticas, de agresión, de defensa o por autolesionismo) y las producidas por animales (Vargas, 2017).



Figura 468

Marca de mordedura humana



Nota. Heridas contusas ocasionada por mordedura humana, hallada en el examen ectoscópico.

Estas lesiones a menudo presentan heridas que, a lo largo de sus bordes, exhiben improntas o formas de herradura, con soluciones de continuidad en su trazo que corresponden a las piezas dentales que las ocasionan. Estos daños suelen tener formas semilunares o completas, circundadas por una zona contuso-equimótica. Es importante destacar que estas semilunas presentan concavidades que se asemejan a las arcadas dentales, lo cual representa un elemento de identificación. (Riú, 1998).

(b) Lesiones por agentes con punta y/o filo

Un arma blanca es un instrumento que se caracteriza por poseer una punta, filo o ambos, que puede ser una lámina metálica de uno o varios bordes o un objeto con forma cilíndrica o prismática que termina en punta. A veces, el resplandor metálico puede ser confundido con el color blanco, de ahí la denominación con la que se caracteriza a estos instrumentos. Las heridas que generan pueden categorizarse en: heridas que se extienden principalmente en superficie, heridas que se extienden principalmente en profundidad y tipos específicos de heridas.

(i) Heridas extendidas predominantemente en superficie

1. Heridas cortantes

Es una rotura o abertura en la piel causada por un objeto afilado (borde cortante del cuchillo, de las tijeras, del vidrio roto, navajas, bisturí, entre otros). Se conoce con otra



denominación como heridas incisas. Se caracterizan por presentar un extremo donde inicialmente hace contacto el arma (cola de entrada, que es corta y profunda), mientras que el otro extremo corresponde al final del mecanismo cortante (cola de salida, que es larga y superficial) (Villanueva, 2018). Estas heridas son causadas por el deslizamiento del borde de un objeto cortante y ligero, por lo general, tienen poco peso, como la hojilla de afeitar o un fragmento de vidrio. Por esta razón, deben hundirse al inicio de la incisión, lo que origina la cola de entrada; mientras que, por el contrario, son extraídos al finalizarla, lo que explica la cola de salida.

2. Heridas por autolesionismo

Es otra variedad de las incisas, localizadas en regiones del cuerpo accesibles al mismo individuo. Se caracteriza por ser múltiples, superficiales y paralelas entre sí; siendo su localización más frecuente en cara anterior de antebrazos. En zonas curvas, siguen el contorno corporal y mantienen una profundidad uniforme (Villanueva, 2018).

3. Heridas contuso cortantes

Son heridas ocasionadas por instrumentos provistos de una hoja afilada, de peso considerable, por ejemplo, hachas y machetes. Sus bordes son regulares y muy profundos, ocasionando lesiones más profundas en el centro; además, el peso puede producir equimosis alrededor de la herida. Estos instrumentos como el hacha y el machete usan su peso y filo para causar daño mediante impacto y corte. Debido a que tienen una hoja metálica larga (machete) o un mango largo de madera (hacha), permiten mantener la distancia al atacar, lo que los convierte en armas de agresión. Las lesiones que provocan principalmente resultan en hemorragias externas, ya que seccionan tejidos y vasos sanguíneos al cortar (Vargas, 2017).

Figura 469

Herida contusocortante



Nota. Herida contusocortante ubicada en región cervical lateral y posterior, hallada en el examen ectoscópico (DIVLACRI DIRCRI PNP).

4. Heridas en colgajo

Constituyen una variedad de las contuso cortantes. Son producidas por la penetración oblicua del filo, lo que da lugar, por una parte, a una pared oblicua y, por otra, a una



lámina de piel y otros tejidos blandos de sección triangular. Cuando el corte oblicuo se realiza en una región convexa, es posible que se desprenda un disco de tejidos blandos.

5. Heridas de defensa

Representan otra variedad de las contuso- cortantes. Estas son heridas que combinan fuerza de contusión y corte, y se producen cuando una víctima se defiende instintivamente de un ataque o trata de protegerse de la agresión usando sus miembros. Se observan especialmente en las manos de la víctima, entre los dos primeros dedos o en la cara palmar de los cuatro últimos. Con menor frecuencia, se encuentran en el borde cubital (cara posterior de los antebrazos), en los codos o en las piernas.

(ii) Heridas extendidas predominantemente en profundidad

Son las punzocortantes y las punzantes.

1. Heridas punzocortantes

Ocasionada por un objeto con punta y filo que penetra una región corporal, cuya acción permite punzar, cortar y profundizar. Sus bordes son regulares y adoptan una forma de figura de “pez”, con cabeza, cuerpo y cola; por lo que la herida presenta una entrada, un trayecto, y en ocasiones, una salida.

Este tipo de heridas presenta las siguientes características:

a. Herida de entrada

Presenta bordes lineales y curvos que se unen en un extremo agudo y otro obtuso, adoptando una forma similar al contorno de un pez. La escotadura o muesca, ubicada en el extremo obtuso, suele atribuirse al movimiento de rotación que el agresor imprime al instrumento al momento de extraerlo del cuerpo de la víctima.

Por ello, se habla de escotadura o muesca de salida izquierda o derecha (en relación con el observador), según si el instrumento ha sido empuñado con la mano derecha o izquierda, respectivamente (Villanueva, 2018). Estas heridas se infligen mediante instrumentos de hoja triangular, con filo en uno o ambos bordes. Estos objetos son empuñados, por la hoja ubicada debajo del borde cubital del antebrazo del agresor, se descargan con fuerza (de forma más o menos perpendicular), sobre el cuerpo de la víctima, penetrando por la separación sucesiva de los tejidos.

b. Trayecto

Puede constituir un conducto completo o terminar en fondo de saco, según el número de penetraciones sin que el arma se haya extraído totalmente.

c. Herida de salida

No es constante. Se presenta en casos que el agresor deslice el arma en forma vertical o horizontal y posteriormente extraiga el objeto en una región corporal diferente al ingreso. La hemorragia que se origina es predominantemente interna. Por lo común, estas heridas son de carácter homicida. Entre los instrumentos que las producen se encuentran el puñal, el cuchillo de punta (de cocina) y el cortaplumas.





Las heridas ocasionadas por tijeras constituyen una variedad de las punzocortantes. Se caracterizan por la forma de la herida de entrada, que puede asumir dos aspectos. Cuando se introducen las dos ramas cerradas, hay un orificio único, en forma de ojal o de rombo; pero si se introducen las dos ramas abiertas, se originan dos fisuras, a veces con una pequeña cola debida al borde cortante de cada rama. Las fisuras de entrada son continuadas por trayectos divergentes, que en conjunto dibujan una "V" invertida, completa o incompleta, según se unan o no en el vértice (Vargas, 2017).

El valor criminalístico consiste en la determinación de cómo ingresa el agente punzocortante al cuerpo. En el caso del cuchillo, el borde del arma no cortante genera el extremo de la cabeza, mientras que el borde del arma cortante genera el extremo de cola (extremo agudo). Con estos datos, el investigador puede identificar si el arma penetra con el filo hacia arriba, hacia abajo, oblicuo, a la derecha o a la izquierda.

2. Heridas punzantes

Estas heridas se caracterizan por presentar un orificio de entrada (puede ser oval, circular o con angulaciones) así como un rodete o collarín erosivo que dibuja la forma del objeto; el trayecto o segmento de penetración del arma, que puede ser penetrante o perforante; sus bordes son hacia adentro (invertidos), con anillo equimótico y el fondo tiene una profundidad variable (Villanueva, 2018).

Mayormente son ocasionadas por elementos con un área de superficie reducida y que terminan en punta. Ingresan deslizando tejidos y actúan en profundidad (clavos, alfileres, agujas y punzón). El extremo afilado del arma, utilizado como agente lesionante, ejerce presión sobre la superficie de la piel. La importancia en el campo forense de este tipo de lesión, será en el daño relacionado con la profundidad alcanzada por el arma y su posible incrustación en vísceras torácicas o abdominales, lo que puede causar lesiones severas o incluso la muerte.

3. Heridas complejas

a. Degüello

Se define como una herida incisa que afecta a estructuras profundas de la parte anterior del cuello, tales como los músculos esternocleidomastoideos, las arterias carótidas, las venas yugulares y la tráquea. (Gisbert, 2004). Cabe mencionar, en la variedad suicida, la herida presenta un trayecto oblicuo o curvo, de izquierda a derecha en los diestros, y en sentido opuesto en los zurdos; y en la variedad homicida, la herida es de trazo horizontal y muy profunda.

b. Eventración

Es una herida en la pared abdominal, con sección de la misma, y contenido interno, producida por un arma punzocortante; practicada de acuerdo a la tradición oriental, y de tipo suicida, es aquí donde se aprecia herida de entrada, trayectoria y herida de salida.



(3) Valor criminalístico del examen médico forense

Directamente va a depender de la evaluación de sus hallazgos; sin embargo, es fundamental recopilar información sobre los datos o circunstancias que rodean al caso investigado. Sin esta información, resulta difícil realizar una correlación adecuada (Villanueva, 2018).

En los casos que los hallazgos, no corresponden a lesiones, el examen ectoscópico se orienta a:

- Proporcionar elementos identificatorios corporales, como deformidades, tatuajes, cicatrices, entre otros.
- Establecer un probable cambio de posición del cadáver. Por ejemplo, si se encuentra el cadáver en decúbito dorsal, sin indicios de putrefacción, pero con livideces en la pared corporal anterior, ello indica que, luego de la muerte, el cuerpo estuvo en decúbito ventral (boca abajo) y fue cambiado de posición después de las 12 horas post mortem.
- Establecer la secuencia de hechos que llevaron a la producción de las lesiones o al fallecimiento de una persona, correlacionando los hallazgos en el cadáver con lo verificado en la escena del suceso.

ii) Determinación de la edad biológica

El perito médico forense determina la edad biológica del individuo, a partir de una inspección general, relacionando los hallazgos con tablas estandarizadas para la estimación etaria.

El informe pericial correspondiente comprende un proceso evaluativo integral que incluye un estudio psicosomático, apoyado de las especialidades correspondientes, con el objetivo de establecer la edad biológica de la persona examinada (Villanueva, 2018).

(1) Valor criminalístico

La determinación de la edad biológica tiene un alto valor criminalístico, especialmente en los casos de localización e identificación de menores desaparecidos.

Tanto en el ámbito civil como penal, es fundamental establecer si una persona ha superado los 18 años de edad, ya que, conforme a la legislación vigente, dicha edad marca el inicio de la mayoría de edad, con la correspondiente capacidad civil y responsabilidad penal. Superado este umbral, el individuo deja de ser inimputable ante la comisión de delitos tipificados en el Código Penal.

En los delitos contra la libertad sexual, resulta particularmente relevante establecer si la víctima es menor o mayor de 14 años, pues este dato incide directamente en la tipificación del delito y en la sanción correspondiente al autor, ya sea por violación sexual, actos contra el pudor o seducción.

Asimismo, este tipo de estudio puede ser solicitado en casos que involucren a hombres de aparente "tercera edad", con el fin de evaluar una posible incapacidad o impotencia sexual. También se solicitan dictámenes periciales para determinar la edad fetal en casos de aborto.



(2) Metodología de estudio

(a) Antes del nacimiento

Existen tablas que permiten relacionar la talla del embrión o feto y su peso con la edad que le corresponde (Langman, 2019).

Los cuatro primeros meses, la longitud se determina según Thoinot, por el cuadrado del número del mes. En los seis últimos meses se determina multiplicando la cifra del número del mes por cinco.

Ejm: Un feto de tres meses lunares (12 semanas) tiene 9 cms. de longitud y uno de 8 meses tiene 40 cms.

(i) Feto a término (40 semanas aprox.)

- Longitud céfalo-rabadilla = 34 cms.
- Longitud céfalo-talón = 50 cms.
- Peso = 3,250 grs.

Uñas formadas y desarrolladas.

Unto sebáceo en pliegues.

Testículos en escroto. Signo de BILLARD o cuatro alvéolos tabicados en la mandíbula.

Signo de BECLARD o núcleo de osificación menor de 1cm. en la epífisis proximal tibial, en el cuboides, astrágalo y el esternón en sus primeros segmentos (Lossetti et al., 2006).

(b) Después del nacimiento

- (i) Desaparición de las fontanelas: la fontanela posterior desaparece después de nacer; las fontanelas laterales, al tercer y cuarto mes; la fontanela anterior, antes del decimoquinto mes. Las suturas se enlazan durante el primer año.

- (ii) Evolución de los núcleos de osificación: se desarrolla según tablas específicas.

- (iii) Soldaduras diáfiso-epifisiarias y de las suturas craneales: en las suturas craneales, la soldadura comienza en el endocráneo entre los 22 y 27 años, muy activa entre los 26 y 29 años y completa entre los 35 y 47 años. El orden de progresión es sagital, coronal y lambdoidea.

(iv) Modificaciones mandibulares

- El ángulo mandibular es de 150 grados en el feto; 135 grados en el recién nacido; 110 a 120 grados en el adulto; y de 130 a 140 grados en el anciano desdentado.
- En el adulto mayor, debido a la pérdida de dientes y a la reabsorción ósea alveolar, el borde superior del cuerpo mandibular se torna filoso y disminuye en altura, y el agujero mentoniano se ubica más cerca de este borde.

(v) Modificaciones en la columna vertebral

- Los discos intervertebrales se adelgazan y osifican.





- El coxis y el sacro se fusionan alrededor de los 40 años.
- La soldadura vertebral ocurre a los 90 años.

(vi) Evolución dentaria

- Formación y erupción dental

Se caracteriza por la deposición del esmalte y del material óseo, que inicia en los puntos de las cúspides y avanza hacia los ápices. El desarrollo dental depende principalmente de factores genéticos y sufre poca influencia ambiental.

- Erupción dental

El diente sale de su cripta ósea hasta emerger en la boca, lo cual ocurre cuando las raíces se han desarrollado hasta la mitad o hasta tres cuartos de su longitud final.

Secuencia cronológica general para la determinación de la edad dental:

- 6 meses: aparecen los primeros dientes deciduos (incisivos centrales mandibulares).
- 2 años: erupción completa de los dientes deciduos.
- 2 a 6 años: calcificación de las raíces dentales.
- 6 años: erupción del primer molar mandibular permanente.
- 6,5 años: inicio de la caída de los dientes deciduos (primero los incisivos).
- 6,5 a 11 años: sustitución por los dientes permanentes.
- 12 años: aparición del segundo molar.
- Alrededor de los 18 años: aparición del tercer molar. (Krenzer, 2006).

b) Patología forense

Es una disciplina médica que integra los conocimientos de la anatomía patológica y la medicina legal con el propósito de determinar la causa, el mecanismo y las circunstancias de una muerte; especialmente cuando esta es violenta o sospechosa de criminalidad, objeto de investigación judicial.

Además, aplica conocimientos científicos sobre las alteraciones que ocurren en órganos y tejidos como consecuencia de procesos violentos (lesiones) o naturales (enfermedades), con la finalidad de esclarecer el problema judicial planteado (Aguilera, 2013).

i) Valor Criminalístico

La patología forense radica en la capacidad de proporcionar pruebas objetivas y científicas dentro del contexto de investigaciones médico legales. Su función principal incluye el diagnóstico de diferentes patologías de interés forense, la identificación y análisis de los mecanismos causales de lesiones y muerte, así como la determinación de las causas y el proceso evolutivo de dichas lesiones.

Además, realiza el estudio médico legal para la identificación de lesiones según su localización anatómica y mecanismo lesivo, permitiendo establecer la causa de muerte conforme a los diversos





agentes causales de violencia, tales como asfixias mecánicas, agresiones con armas, accidentes de tránsito, y los diagnósticos de homicidio y suicidio (Castro, 2018).

ii) Exámenes Periciales

(1) Examen anatomopatológico de tejidos

Es un análisis detallado sobre los órganos internos (visceras) y los tejidos del cuerpo de una persona fallecida en circunstancias sospechosas o criminales. Este examen implica el procesamiento de muestras remitidas para estudio (fijación, inclusión, corte y tinción), para luego realizar el análisis microscópico en la búsqueda de lesiones (hemorragias, inflamación, fragmentos de cuerpos extraños), enfermedades (tumores, enfermedades degenerativas), intoxicaciones, signos de asfixia, entre otros; para encontrar la causa de muerte.

Es posible encontrar hallazgos significativos, por ejemplo, en el caso de una herida por proyectil de arma de fuego en la cabeza, el análisis del tejido cerebral puede revelar fragmentos óseos desprendidos del orificio de entrada, lo cual permite la búsqueda de residuos de pólvora.

Asimismo, en situaciones donde se presume aborto en una mujer, el descubrimiento de pequeños restos de tejido orgánico en la escena del fallecimiento o en materiales asociados (sondas, instrumental, entre otros), conlleva un estudio histopatológico detallado, tanto macroscópico como microscópico, con la finalidad de determinar la presencia o ausencia de componentes como restos placentarios, vellosidades coriales y membrana decidual, elementos clave para confirmar o descartar la sospecha de aborto.

Además, el hallazgo de vellosidades coriales de tipo vesiculoso durante el examen anatomopatológico puede llevar al diagnóstico de mola hidatiforme. Esta condición se origina por un desarrollo anormal de las células trofoblásticas (Ramos, 2021), las cuales normalmente forman la placenta, y no representa una desviación de un embarazo que hubiera seguido un curso normal.

La mola hidatiforme se inicia en el momento de la fecundación debido a una unión defectuosa entre el óvulo y el espermatozoide, lo que provoca una proliferación atípica del tejido trofoblástico que rápidamente ocupa la cavidad uterina (Durón y Bolaños, 2018). Este hallazgo permite relacionar el caso con un aborto espontáneo, ya que la causa radica en una anomalía ocurrida en la concepción y desarrollo inicial del tejido placentario.

En el caso de exhumaciones, el análisis anatomopatológico de muestras óseas, mediante cortes histológicos, revela la existencia de sangre incrustada. Adicionalmente, permite determinar si las lesiones óseas se produjeron antes o después de la muerte, un dato crucial para la investigación correspondiente.

Del mismo modo, cuando se encuentran restos orgánicos bajo las uñas de un cadáver y se sospecha una confrontación física previa al fallecimiento donde la víctima pudo haber arañado a su agresor, este análisis permite determinar si el material hallado corresponde a piel humana, la cual posteriormente se compara con muestras de las personas sospechosas.

En cuanto a la determinación de la causa de muerte en cadáveres recuperados del agua, incluso después de un tiempo considerable, el hallazgo de signos de hemorragia en las celdas mastoideas del hueso temporal es un indicio importante que apoya el diagnóstico de asfixia





por sumersión, específicamente por ahogamiento. Esta evidencia puede ser crucial cuando los signos externos de ahogamiento ya no son evidentes debido al tiempo transcurrido en el agua.

En otros casos, el estudio macroscópico e histopatológico de órganos como el corazón (infartos), los pulmones (neumonía o bronconeumonía) o el cerebro (quistes de cisticerco, tumores, infecciones) puede revelar la presencia de enfermedades graves que expliquen el fallecimiento de manera natural, descartando la necesidad de una investigación forense en muchos casos.

Por otro lado, el análisis detallado de órganos internos puede esclarecer situaciones donde la causa de muerte no es evidente externamente. Por ejemplo, en un cadáver sin signos externos de trauma abdominal, el hallazgo de una perforación intestinal requiere determinar su origen, ya que el estudio del segmento intestinal puede revelar si la perforación y la peritonitis resultante fueron causadas por una patología preexistente.

Alternativamente, puede evidenciar una perforación secundaria a necrosis tisular causada por un hematoma traumático en la pared intestinal, incluso en ausencia de contusiones visibles en la superficie abdominal. Este nivel de análisis es crucial para distinguir entre una muerte por causas naturales y una potencialmente relacionada con un evento traumático no evidente externamente.

(2) Estudio citológico

La citología forense se enfoca en el estudio de las células y tejidos en el contexto de investigaciones criminales. Se basa en el análisis microscópico de muestras biológicas para identificar y clasificar células y tejidos, lo que puede proporcionar información relevante en casos de agresiones sexuales, homicidios, secuestros y otros delitos (Citorush, 2023).

En el delito contra la libertad sexual se extraen muestras de secreción vaginal y anal para la búsqueda de espermatozoides, siendo relevante y confirmatorio el delito en sospecha.

La citología estudia las células vegetales y animales en lo referente a su origen, desarrollo, forma, dimensiones, estructura, constitución física y química, funciones y su importancia en la complejidad de los seres vivos.

También se encarga de diagnosticar enfermedades a través de la observación microscópica de las células. Asimismo, en el campo de la patología forense, es útil en la detección u observación de células de diferentes tipos (mucosa bucal, anal o cervicovaginal) en indicios enviados para la búsqueda de células o en tomas de muestras del surco balano prepucial (Castro, 2018)

(a) Valor criminalístico

El análisis citológico de muestras biológicas, como semen, sangre o saliva, puede proporcionar evidencia fundamental para determinar la culpabilidad o inocencia de un individuo sospechoso, sobre todo cuando la muestra es escasa. Así, se coadyuva a la reconstrucción de los eventos que tienen lugar en la escena del crimen, revelando información sobre el desarrollo de los hechos y posibles interacciones entre víctima y agresor.



En una investigación sobre aborto, por ejemplo, si se tiene como evidencia únicamente una prenda íntima femenina, una toalla sanitaria, gasa, instrumental o hasta una sonda que presenten manchas rojizas, a través del estudio citológico se puede descartar o confirmar la presencia de sangre, en la cual pueden estar presentes células vaginales, células deciduales y vellosidades coriales, elementos propios de la gestación.

Asimismo, también puede observarse leucocitos o glóbulos blancos indicativos de infección. Sin embargo, si la muestra corresponde únicamente a manchas, el estudio citológico es el único examen posible, pero si se trata de grumos o coágulos, el examen es orientador y debe complementarse con el estudio anatomopatológico.

En la determinación de embarazo normal, el análisis citológico de un frotis cérvico-vaginal revela un predominio de células intermedias, naviculares, con acumulación glucogénica perinuclear.

En la determinación de la fase del ciclo menstrual, el análisis citológico vaginal señala la influencia hormonal estrogénica o progesterónica si una mujer se halla en la primera o segunda fase del ciclo menstrual, predominando las células superficiales o las intermedias, respectivamente.

En la determinación médico-legal de sexo, el estudio citológico, complementario a otros exámenes, demuestra en determinados extendidos de frotis de mucosa de carrillo la presencia de cromatina heterocromática adosada a la envoltura nuclear en forma de óvalo, triángulo o rectángulo. Con esta presencia del llamado corpúsculo de Barr se concluye en «cromatina sexual positiva», propia de la mujer normal.

En otro caso, cuando la cópula tiene lugar en una mujer no virgen, las huellas himeneales de coitos no existen. Las únicas huellas que existen son la presencia de esperma en los genitales femeninos, presencia de pelos pubianos o genitales del agresor, transmisión de enfermedades venéreas y fecundación.

El diagnóstico de penetración anal solo es posible en casos recientes, cuando existe evidencia reciente, así como la presencia de esperma. En cuanto a la penetración bucal, el diagnóstico es muy difícil y poco factible, salvo que se provoquen lesiones o se recupere esperma de la cavidad oral, siendo que la presencia de semen en la saliva se puede comprobar hasta 16 horas después del hecho delictivo (Takajashi, 2019).

Asimismo, el campo de la citología permite la aplicación de una variada gama de técnicas para servir de apoyo a la resolución de hechos delictivos. El hallazgo y evaluación de restos de sangre, semen o tejidos en la escena del delito permiten determinar la presencia de la víctima y el victimario, así como también exonerar de responsabilidad a un posible sospechoso.

Por lo tanto, la citología forense es una herramienta poderosa en la investigación criminal, debido a que aporta pruebas científicas contundentes, las cuales pueden ser decisivas para la resolución de delitos, garantizando la justicia (Citorush, 2023).



(b) Metodología de estudio

La colección del material biológico, específicamente para el área de análisis citomorfológico, se lleva a cabo mediante la adquisición de muestras exfoliadas y líquidas de presuntos fluidos biológicos, procesadas (fijación, tinción) para el examen de elementos celulares (Arcila, 2019).

El proceso de análisis citológico forense comienza con la recolección adecuada de las muestras biológicas en la escena del crimen. Dichas muestras pueden incluir fluidos corporales como sangre, semen y saliva, así como células de la piel, cabello, uñas y tejidos en general, las cuales, una vez recopiladas, se disponen para su posterior examen microscópico.

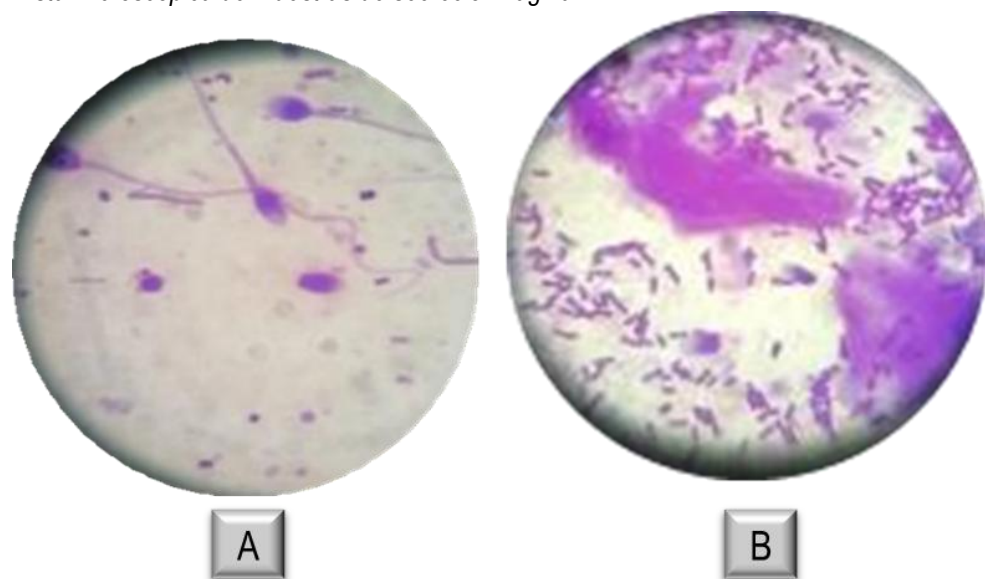
En el laboratorio, las técnicas empleadas pueden abarcar la tinción de las muestras con colorantes específicos para resaltar rasgos celulares distintivos. En casos de agresión sexual, se lleva a cabo el análisis de ADN con el fin de identificar al agresor o establecer vínculos genéticos (Citorush, 2023).

En muchos casos, los requerimientos periciales incluyen, además del estudio citológico, otros estudios de diferente especialidad. Cuando la muestra consiste en un espejo vaginal o una sonda, en el caso de secreciones vaginal, anal y/o balano-prepucial, la secreción se extiende en una lámina portaobjetos y se fija en alcohol de 96°.

Diversos estudios sobre la persistencia de espermatozoides en la vagina postcoito revelan una variabilidad considerable en su detección. Se han encontrado espermatozoides completos y móviles en muestras forenses principalmente dentro de las 12 a 16 horas posteriores al acto sexual, con casos excepcionales entre las 18 y 24 horas, e incluso hasta 72 horas después.

Figura 470

Vista microscópica de muestras de secreción vaginal



Nota. (A) Frotis vaginal en el que se observan espermatozoides humanos (cabeza y cola) en caso de delitos contra la libertad sexual. (B) Presencia de cabezas de espermatozoides humanos y abundantes bacterias.



(3) Rehabilitación de crestas papilares

La identificación de víctimas desconocidas, una necesidad social constante, reviste tanta importancia como la identificación de criminales. En algunos casos, la identificación es sencilla debido al buen estado y la integridad del cuerpo, sumado a la posesión de nombre y documentación. Sin embargo, en otros, la descomposición avanzada o las alteraciones post mortem, como quemaduras, cortes y deshidratación, dificultan enormemente el reconocimiento.

La rehabilitación de crestas papilares es el procedimiento crucial que permite la recuperación de los tejidos deshidratados o en descomposición avanzada. Generalmente, se orienta a lograr la recuperación de los campos dactiloscópicos de cadáveres NN, para la homologación respectiva y la identificación plena. Los procedimientos a aplicar para conseguir la reseña necrodactilar, así como las posibilidades de éxito de cada uno de ellos, dependen en gran medida de las circunstancias de la muerte y del estado en que se encuentre el cadáver (Castello, 2012).

La rehabilitación de crestas papilares es un proceso por el cual un tejido de procedencia humana, que se halla en cualquiera de las etapas de descomposición, es sometido a técnicas de imbibición (sumergir tejido en una solución líquida amoniacal) para su recuperación. Esto se realiza con el fin de recuperar los campos dactiloscópicos para, posteriormente, realizar el estudio y examen de los dibujos que forman las crestas y surcos papilares de las yemas de los dedos (dactiloscopia), palmas de las manos (quiroscofia) o plantas de los pies (pelmatoscofia), con la finalidad de identificar cadáveres NN.

Generalmente, se logra la rehabilitación de las crestas papilares en el tejido del pulpejo de los dedos de la mano para hacer factibles las impresiones necrodactilares aprovechables.

Figura 471

Muestras remitidas para rehabilitación de tejidos



Nota. (A) Muestras en estado de saponificación y (B) momificación, respectivamente, recibidas en medicina forense.



(a) Valor criminalístico

La rehabilitación de tejidos reviste gran importancia, pues ofrece la posibilidad de identificar cadáveres no identificados o restos humanos hallados en diversos estados de transformación post mortem, como momificación, saponificación o deshidratación. En estas condiciones, los dedos suelen estar muy arrugados o secos, lo que impide la obtención de impresiones dactilares.

La inmutabilidad de las huellas dactilares, principio que se evidencia al comparar las impresiones de un niño con las de su vejez, demuestra que los dibujos papilares acompañan el crecimiento sin alterarse (Pérez, 2020).

Este estudio pericial también es aplicable a los pies de cadáveres abandonados de recién nacidos NN, con el mismo fin identificatorio, luego de la evaluación de los peritos pelmatoscópicos. Asimismo, esta técnica criminalística resulta útil en la rehabilitación de tejido desecado, permitiendo identificar su naturaleza y procedencia, como en el caso de restos de piel, músculo, pabellones auriculares, nariz, labios, etc., recuperados, por ejemplo, en la escena de una explosión.

Figura 472

Rehabilitación de tejidos con fines de identificación



Nota. Perito de medicina forense procesando muestra recibida para rehabilitación de tejidos.

(b) La muestra de estudio

Es crucial remitir las muestras en contenedores apropiados, sumergidas en solución salina, evitando el uso de formol, ya que este endurece las yemas de los dedos e imposibilita los procedimientos de rehabilitación. Lo óptimo para el transporte es un sistema de cadena de frío, aunque no siempre resulta factible.

De ser posible, cada dedo debe cortarse y enviarse en recipientes individuales de plástico de boca ancha y tapa hermética, debidamente rotulados con la identificación de cada dedo, y sellados con esparadrapo y cinta adhesiva. Para el embalaje, cada recipiente se coloca en una caja resistente de madera o cartón grueso, rodeado de material de amortiguación, como viruta, telas o papeles, para prevenir movimientos y posibles rupturas.



3.2.16. Medicina veterinaria forense¹⁸

1) Historia

Los registros históricos de la medicina veterinaria forense se remontan a prácticas antiguas como la evaluación del valor de los caballos mediante la inspección de dientes, una forma temprana de peritaje. Aunque la medicina forense general tiene orígenes antiguos, con publicaciones como el primer libro de medicina forense en China en 1247, la medicina veterinaria forense como disciplina organizada y especializada es mucho más reciente y ha ganado impulso en las últimas décadas.

El surgimiento de la medicina forense veterinaria como disciplina diferenciada en Gran Bretaña tuvo lugar a principios de la década de 1980 y fue generada por lo siguiente: la creciente preocupación por el bienestar animal y la necesidad de pruebas científicas sólidas para enjuiciar o defender a quienes son acusados de causar daño a los animales; y por el desarrollo de la legislación y la aplicación de la ley en relación con los delitos contra la vida silvestre; así como por una mayor conciencia de que los patólogos veterinarios con la experiencia adecuada podrían ser de gran ayuda en las investigaciones y en el aporte de pruebas.

A diferencia de lo que ocurría en la medicina humana, en aquel entonces no existía una vía reconocida para la especialización en medicina o patología veterinaria forense. Quienes se dedicaban a este campo solían ser autodidactas o adquirían una titulación basada en la formación para trabajar con humanos o en un curso más general de ciencias forenses. En las últimas dos décadas, la situación ha mejorado en cierta medida, pues se ha integrado a los programas de pregrado de medicina forense en las facultades de veterinaria; así como también se han creado especialidades en patología forense (Newbery, 2016)

En el Perú, el auge actual de la medicina veterinaria forense se debe a una mayor conciencia sobre la crueldad animal y su vínculo con la violencia humana; lo que ha llevado a un desarrollo de la investigación, la educación y la colaboración multidisciplinaria en este campo.

2) Definición

La unión de los términos “medicina”, “legal” y “veterinaria” impresiona quizás a primera vista. Medicina: arte y ciencia de conocer las enfermedades, tratarlas y curarlas, especialmente las enfermedades internas; legal: conforme con la ley y previsto por la ley; y veterinaria: arte y ciencia de conocer, tratar y curar las enfermedades en los animales. Para Cooper (2022) la patología veterinaria forense se ocupa de la investigación forense de animales en incidentes criminales o legales. La medicina veterinaria forense es la disciplina que une el conocimiento médico-biológico con el jurídico para investigar delitos cometidos contra animales. Su objetivo es proporcionar un soporte científico a la administración de justicia, permitiendo esclarecer hechos de maltrato, negligencia o la causa de muerte de un animal, y relacionar estos actos con los posibles responsables.

3) Importancia

La veterinaria forense tiene un papel importante en investigar delitos que involucran animales, examinando tanto los lugares de los hechos como los cuerpos de los animales para determinar responsabilidad e indemnización por daños. Para ello cuenta con un marco normativo especial, por un lado, en aplicación efectiva de la Ley N.º 30407, Ley de Protección y Bienestar Animal, y la

¹⁸ Redactado por: May. S. PNP Kristhian Fernando Herrera Hurtado

correspondiente tipificación penal en el artículo 206-A del Código Penal, en el caso de abandono y actos de crueldad contra animales domésticos y silvestres. El fin último es garantizar que los animales, reconocidos como "seres sensibles", reciban protección legal real y efectiva; para lo cual la Policía Nacional del Perú regula la actuación del perito de medicina veterinaria forense, en casos que se encuentren en proceso de investigación.

En la esfera de lo administrativo y lo civil sabemos que actualmente puede tener un papel descollante el médico legal veterinario, pues en la práctica diaria se producen enfermedades profesionales (producidas por agentes físicos, químicos o biológicos) u otras transmitidas por animales, que además de conocerlas, tratarlas y curarlas, debemos conocer las vías de adquisición y si existieron o no violaciones de normas que provocaron el hecho. Muy importante es también considerar como antecedente, el control e inspección de alimentos de origen animal que pudieran estar contaminados y provocar epidemias y brotes de intoxicación que afecten a la colectividad.

4) Actividad pericial

a) Objetivos y campo de acción

Los objetivos principales de una pericia veterinaria forense son:

- Establecer la causa, el modo y el mecanismo de la muerte o daño.
- Determinar el tiempo aproximado del fallecimiento (tanatocronodiagnóstico).
- Identificar el agente causante de las lesiones o la muerte.
- Aportar evidencias que contribuyan a la correcta administración de justicia.

El médico veterinario legista o forense es el profesional con los conocimientos científicos, técnicos y prácticos para ejercer como perito en casos de maltrato animal (Cardona, 2020; Schettino, 2007). Su rol es crucial, ya que sus informes periciales, basados en evidencia objetiva, se constituyen como medios de prueba fundamentales en los procesos penales. El perito puede ser requerido de oficio por la autoridad competente (Fiscalía, Poder Judicial) o a solicitud de parte. Su actuación debe ser imparcial, objetiva y rigurosa, siguiendo una metodología estricta para garantizar la validez de sus hallazgos.

Muchos aspectos del trabajo forense con animales son similares a los que se presentan al trabajar con seres humanos. Las diferencias suelen estar relacionadas con las características biológicas dispares de algunas de las especies involucradas, desde perros hasta delfines y gatos hasta crustáceos, y con la diversidad e imprevisibilidad de los lugares donde ocurren los incidentes, especialmente cuando se trata de animales en libertad. Los animales pueden ser tanto víctimas como instigadores de un incidente. Además, pueden actuar como centinelas o testigos de un suceso, o bien constituir una fuente de evidencia en forma de ADN u otros derivados.

El animal es víctima cuando sufre lesiones y otros maltratos, ya sean intencionales o accidentales. Se han realizado numerosos estudios sobre algunas formas de daño causado por el ser humano a los animales; por ejemplo, el maltrato a los animales de trabajo, las lesiones no accidentales sufridas por perros y gatos y los efectos de las trampas, los lazos y las armas de fuego en la fauna silvestre. El animal es el causante cuando las especies domésticas o salvajes provocan lesiones, como mordeduras, traumatismos, electrocuciones, envenenamientos y reacciones de hipersensibilidad, transmiten infecciones o dañan la propiedad.



b) Focalización de la actuación pericial

Cuando se emprende el estudio de lo criminal en atentados contra la vida de animales ya sea con intención o por imprudencia, es necesario definir las características de las lesiones, el agente vulnerante, la fecha en que aquellas fueron producidas y en caso de fallecimiento, la data de la muerte, sus causas, si fue por agente biológico, intoxicaciones, etc.

En enfermedades fulminantes y muertes repentinas de animales resulta imprescindible determinar si ocurrió por causas naturales, por criminalidad, etc.; si existen enfermedades o lesiones simuladas, como quemaduras, electrocución, asfixia de cualquier tipo, u otro mecanismo mortal empleado con el fin de obtener las carnes o las pieles de los animales.

c) Métodos y técnicas periciales

Existen diversos métodos empleados en las investigaciones forenses veterinarias, que van desde técnicas tradicionales hasta las más tecnológicas. Algunos de estos métodos incluyen:

- i) Necropsias: examen físico al animal para identificar causas de muerte.
- ii) Análisis de ADN: útil para identificar la especie o el origen del animal.
- iii) Exámenes toxicológicos: para detectar sustancias químicas o venenos.
- iv) Examen de la escena: la evaluación del lugar donde se encontró al animal proporciona pistas cruciales.

La amplia variedad de especies animales con las que trabaja un clínico o patólogo implica que ninguna técnica es aplicable a todas. Por ejemplo, la necropsia de una tortuga requiere un enfoque distinto al de un cerdo o un avestruz. Las especies de gran tamaño pueden requerir un trabajo en equipo, que compromete la participación de zoólogos de vertebrados e invertebrados, conservacionistas, etólogos, nutricionistas y científicos biomédicos. Por el contrario, las especies pequeñas como los anfibios, los peces y los invertebrados, y los especímenes diminutos como los embriones, los huevos y los fetos, probablemente requieran microtécnicas, como la "mini-necropsia" (Cooper,2022)

En ocasiones, los patólogos veterinarios deben emplear su ingenio; por ejemplo, si se les solicita apoyo para determinar la especie y la posible procedencia de especímenes disecados (taxidermia), trofeos y colecciones de huevos. También pueden identificar partes del cuerpo, sobre todo si se cree que son de origen animal.

Figura 473

Cocodrilo disecado en proceso de investigación seguido a taxidermista



Nota. Radiografía de un cocodrilo disecado que revela algunos de los materiales utilizados en su preparación y, por lo tanto, puede permitir la identificación del taxidermista. Tomado de Cooper (2022)



La escena del crimen en el ámbito forense animal puede abarcar desde un perro herido en una casa urbana o un caballo muerto en una granja; hasta una ballena varada en el litoral o el cadáver de un elefante en un zoológico público. Los casos sospechosos de delitos contra la fauna silvestre suelen darse en lugares aislados, con escasos recursos para una investigación adecuada y una presencia policial, de agentes del orden o de especialistas en la escena del crimen prácticamente inexistente. La investigación en estas condiciones puede ser difícil y peligrosa. Las pruebas pueden verse alteradas por animales salvajes o por el viento, la lluvia o la nieve. El riesgo de enfermedades tropicales propias de nuestra amazonia puede impedir la realización de una investigación o una necropsia completa.

Algunas técnicas empleadas son las siguientes:

(1) Cronotanodiagnóstico

Comprende el conjunto de observaciones y técnicas que permiten precisar los momentos entre los que, con mayor probabilidad, se produjo la muerte. Con el señalamiento de la hora de la muerte, el veterinario forense puede apoyar o refutar las declaraciones del acusado o de los testigos o invalidar la coartada del supuesto victimario (Merck,2010)

La hora de la muerte es complicada de estimar, ya que está influenciada por factores como la temperatura del cuerpo a la hora de la muerte, la temperatura ambiental, el medio ambiente en el que se encuentra, el pH ambiental, algún estado de enfermedad (fiebre, bacteriemia), etc. (Gerdin JA. y McDonough SP., 2013). En veterinaria, la estimación es más compleja debido a las diferencias entre especies y a la ausencia de guías específicas de los fenómenos cadavéricos por especie. Por ello se toma como referencia los valores humanos; por lo tanto, el resultado es menos preciso.

El intervalo postmortem (IPM) determina la hora de la muerte. Para obtener esta estimación se debe tener en cuenta todos los exámenes, la escena del crimen, las pruebas forenses y los hallazgos de la investigación. Cuanto mayor sea el IPM menos precisa será la estimación de la hora de la muerte (Merck,2010). No hay ninguna única observación, ni ningún único hallazgo que sea un indicador fiable o preciso del IPM, por ello se recurre al análisis de los fenómenos cadavéricos que se explican a continuación.

(a) Algor mortis

Es el fenómeno cadavérico más útil para calcular la data de la muerte (Aguilera,2000). Se refiere al enfriamiento del cuerpo tras la muerte. Este se enfría desde su temperatura interna normal hasta la temperatura del ambiente que lo rodea, también puede elevarse si la temperatura ambiente es mayor que la interna. La temperatura del animal puede tomarse en el recto o en el hígado. La grasa y el manto piloso actúan como aislante y enlentecen la pérdida de calor, mientras que grandes áreas de superficie corporal aumentan la velocidad del enfriamiento.

Según los autores se puede estimar gracias a la siguiente fórmula: Tiempo desde la muerte (h) = $[T^a \text{ corporal normal } (^{\circ}\text{F}) - T^a \text{ rectal } (^{\circ}\text{F})] / 1.5$ (Merck,2010). Si el cadáver se encuentra templado y flácido, la hora aproximada de la muerte es menor a tres horas y si esta templado y rígido se halla entre las 3-8 horas. Por otra parte, si se encuentra frío y rígido, la hora aproximada esta entre las 8-36 horas y si se halla frío y flácido, la hora de la muerte será mayor a 36 horas.





(b) Deshidratación cadavérica

Tras la muerte se origina gradualmente una pérdida de líquidos corporales que da lugar a fenómenos generales y locales; entre ellos encontramos: la desecación de las mucosas, el apergaminamiento cutáneo y los fenómenos oculares (pérdida de transparencia de la córnea, mancha esclerótica y hundimiento del globo ocular) (Aguilera,2000). A continuación, se mencionan los de mayor interés forense.

(i) Pérdida de transparencia de la córnea

En humanos se produce por la formación de una lámina albuminosa a las 24 horas en el caso de que el cadáver permaneciera con los ojos cerrados y a los 45 minutos si los tenía abiertos. Pero, se debe tener en cuenta que ciertos factores como la muerte por traumatismo craneoencefálico o el calor, aceleran este proceso y se puede observar opacidad corneal entre las 15 y 18 horas si se mantenían cerrados (Aguilera,2000).

(ii) Mancha esclerótica

La deshidratación permite que se transparente la coroides negra subyacente. Aunque no es un signo constante, primero aparece en el ángulo externo del ojo, iniciándose en la primera hora tras el fallecimiento y completándose a las 10-12 horas postmortem (Aguilera 2000).

(c) Livor mortis

Se debe a la acumulación de sangre en las zonas que acusan desnivel en cuerpo debido a la gravedad, una vez el corazón haya dejado de latir. En los seres humanos la lividez puede ser visible entre 30 minutos y 2 horas tras la muerte, estabilizándose en 8-12 horas. La lividez resulta ser para determinar la posición del cuerpo en el momento de la muerte y si ha sido cambiado de posición o no. La compresión de los tejidos en las zonas sobre las que se apoya el cuerpo impide la presencia de las livideces, al igual que en los lugares donde hace presión cualquier objeto. Si encontramos un cadáver con livideces en dos planos distintos es indicativo de que el cadáver ha cambiado de posición después de las 10-12 horas y antes de las 24 horas de la muerte (Aguilera,2000).

En animales con pelaje oscuro o denso, será preciso retirar la piel para observar las livideces. El color de la lividez generalmente es púrpura-rojizo, pero puede volverse de color cereza en cualquier condición que produzca un incremento de la hemoglobina oxigenada: envenenamientos (CO, cianuro), hipotermia o temperaturas ambientales bajas en el momento de la muerte. Para diferenciar la lividez de un hematoma se incide la zona y si fuese un hematoma habría una hemorragia difusa en los tejidos blandos, mientras que la lividez se caracteriza por sangre confinada dentro de los vasos sanguíneos (Merck,2010).

(d) Rigor mortis

Comprende la contracción postmortem de los músculos a consecuencia de la cual se inmovilizan las articulaciones del cuerpo. Se inicia en la mandíbula, ojos y se expande hacia las extremidades. En personas, el rigor aparece entre 2-4 horas tras la muerte y llega a ser completo entre las 6-12 horas. A partir de las 18-36 horas el proceso se resuelve. El rigor mortis se instaura debido a que, después de la muerte, los iones de calcio se siguen liberando, provocando el acoplamiento de la miosina y la actina y permitiendo la contracción de los músculos. Pero las moléculas de ATP, debido a la falta de oxígeno, dejan de



generarse y no permiten la relajación posterior. La resolución del rigor mortis ocurre porque el cuerpo comienza a entrar en descomposición, y con ello todas las funciones biológicas del cuerpo se pierden (Gisbert,2004). Las temperaturas corporales o ambientales frías enlentecen o incluso pueden detener la formación y desaparición del rigor, mientras que las temperaturas altas lo aceleran. El comienzo del rigor es más rápido y tiene una duración menor en los animales que tienen los niveles de glucógeno disminuidos, como se ve en la inanición y el agotamiento (Merck,2010).

(e) Tiempo de vaciado gástrico

Cuando se sabe cuándo y qué fue lo último que comió el animal puede ser posible utilizar esta información para datar la hora de la muerte (Merck,2010).

Tabla 28

Tiempos de vaciado gástrico según especies y contenido

	Sólidos	Líquidos
Perros	4'7-15h	0,5-3, 5h
Gatos	4'7-12, 5h	1 h

Nota. Media normal para perros y gatos: < 14 h. (Merck,2010).

(f) Autolisis y putrefacción

La descomposición cadavérica es un proceso mixto que implica tanto la autolisis de cada una de las células por modificaciones químicas internas, como la autolisis de los tejidos a partir de enzimas liberadas y de procesos bacterianos y fúngicos, que tienen lugar a nivel interno intestinal y a consecuencia del ambiente del cadáver (Aguilera, 2000). La autolisis generalmente tiene lugar a las 6-36 horas, dependiendo del estado del animal y de las condiciones ambientales. El calor acelera la autolisis, mientras que el frío la enlentece. En condiciones secas y calurosas donde el cuerpo se deshidrata rápidamente puede haber momificación (Merck,2010).

El primer signo visible de la putrefacción es una coloración verdosa de la piel de la pared anterior del abdomen (mancha verde), esto ocurre en el periodo cromático, que es el primero. Viene seguido del periodo enfisematoso, que dura 1 o 2 semanas, como resultado de la acción microbiana anaerobia productora de gases. En esta fase encontramos gas en todos los tejidos, abdomen, cabeza, genitales y vasos superficiales.

El periodo colicuativo dura entre los 8-10 meses, durante este periodo ocurre un proceso de licuefacción de los tejidos blandos. Los gases se van escapando, la piel se cae, se crean ampollas, los ojos aparecen hundidos, puede salir un líquido pardo por los ollares y el pelo y las uñas también se desprenden. El último periodo es el de reducción esquelética, dura entre los 2-5 años. En este periodo se destruyen las partes blandas y se convierten en putrúlagos, que es una materia producida por la necrosis de los tejidos gangrenados (Gisbert,2004).



(g) Entomología forense

La entomología forense puede facilitar la hora de la muerte más precisa (Merck,2010). El tamaño y la edad de las larvas o las moscardas, y ciertas otras especies pueden contribuir en la determinación de la hora de la muerte, en el establecimiento de la época del año en que ocurrió la muerte y en la verificación de si un cadáver ha sido trasladado. Además, los insectos tienen un valor forense adicional, pueden ser analizados buscando drogas que estuvieran presentes en el cuerpo en el momento de la muerte o se puede analizar el contenido intestinal de los gusanos buscando ADN del cuerpo del que se estaban alimentando si este ha sido movido del escenario del crimen (Joseph,2011).

En los animales de compañía, la miasis puede ocurrir cuando una herida no se trata o cuando la acumulación de heces y orina atrae moscas que ponen huevos en las heridas del animal. La entomología permite determinar la duración del abuso o la negligencia en animales vivos (Anderson GL, y Huitson NR., 2004). El medio ambiente es esencial cuando se va a estimar el IPM, dado que el desarrollo de cualquier insecto está influenciado por las condiciones ambientales y por el microclima. Los factores más importantes son: temperatura, humedad relativa, pluviosidad, irradiación solar y nubosidad. Además, se deben tener en cuenta factores tales como tipo de vegetación, follaje, cobertura y desniveles del terreno y anotarlos (Vanegas Y, y Zamira S. 2006).

Se puede tomar una muestra del suelo donde se halla el cadáver para obtener más información (Bhat MA, Shrivastav AB, Qureshi SR, y Quadri SA., 2011). Las moléculas volátiles llamadas apneumonas que se escapan del cuerpo en descomposición atraen a los insectos (Joseph I, Mathew DG, Sathyan P, Vargheese G., 2011). Los más observados en la primera fase (3-4 meses), cuando el cadáver es relativamente reciente, son los de la orden de los Dípteros (Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae), con distribución mundial y que incluye numerosas especies con variaciones de su ciclo vital, especialmente según las condiciones climáticas. El más habitual es el moscón (Calliphora) del tipo Vicina, que pone sus huevos durante el día, por lo que el hallazgo de un cuerpo encontrado por la noche o a primeras horas de la mañana con huevos de este insecto, permite afirmar que murió el día anterior.

Generalmente se estima que temperaturas medias (de 18° a 21°C) son necesarias para que se complete el ciclo a los 18-24 días. La mosca común prefiere colocar sus huevos sobre tejidos que han iniciado la descomposición. El ciclo completo dura aproximadamente 14 días a temperatura de 22°C. Los escarabajos del orden Coleóptera, en especial los de la familia Nitidulidae están asociados con estados avanzados de descomposición.

En un estudio se observó que el periodo larval dura 55 +- 3 días y el periodo pupal 12+- 2 días a una temperatura de 15°C y una humedad relativa del 60%. En la segunda fase se observan coleópteros necrófagos: Silphidae, Dermestidae y Scarabaeidae (3-4 meses); y en la tercera fase los depredadores: Syrphidae, Staphilinidae, Histeridae, Vespidae (4-8 meses). En la cuarta fase aparecen dípteros saprófagos, parasitoides tales como himenópteros y algunos ácaros (6-12 meses) (Vanegas y Zamira ,2006)

Sin embargo, es preciso anotar que existen limitaciones de la entomología forense. La primera de ellas es que esta ciencia es estacional, es empleada básicamente en primavera, verano y otoño, cuando la proliferación de insectos es elevada. La velocidad de los ciclos



biológicos de los insectos se ve alterada por la temperatura del lugar a la hora de la muerte. Asimismo, los resultados no son inmediatos, por ello se ha empezado a aplicar el análisis del ADN de los especímenes inmaduros para acelerar el proceso. Por último, el cadáver puede haber sido dispuesto de un modo que excluya a los insectos (congelado, enterrado, envuelto, que presente drogas que afecten al desarrollo de estos, etc.) (Bhat, Shrivastav, Qureshi y Quadri, 2011).

(h) Odontología forense

El examen odontológico es importante en el trabajo forense post-mortem y es ampliamente utilizado por los zooarqueólogos para identificar y determinar la edad de restos esqueléticos de animales (Cooper y Cooper, 2007). Mediante la medida de la distancia entre los caninos (IDC) se puede diferenciar los patrones de mordida para saber si el agresor es un animal o un humano, conforme se aprecia en la tabla siguiente (Kashyap, Anand, Reddy, Basavaradhya, Supriya, y Pasupuleti, 2015). La dentición y morfología de los perros y los humanos es diferente pero cuando el mordisco es inducido, estos parámetros pueden ayudar a diferenciar la marca del mordisco.

Tabla 29

Medidas de la distancia entre los caninos (ICD) en humanos y perros y sus respectivas desviaciones estándar

	Maxilar (mm) (σ)	Mandíbula (mm) (σ)
Hombre	36-42 (0,16)	26-33 (0,13)
Mujer	34-41 (0,16)	26-33 (0,13)
Perro (molde)	36-44 (0,31)	28-39 (0,31)
Perro (rX)	28-39 (0,29)	28-39 (0,29)

Nota. Las medidas permiten determinar si mordisco ha sido producido por un animal o un humano (Kashyap, Anand, Reddy, Basavaradhya, Supriya y Pasupuleti, 2015).

(i) Hallazgos postmortem de lesiones no accidentales

El término maltrato animal se describe como el daño intencional a un animal e incluye negligencia, infligir daño, dolor o estrés, o causar la muerte de un animal. Tres categorías de abuso son reconocidas: física, sexual y negligencia (McGuinness, Allen, Jones, 2005).

(i) Negligencia

La negligencia es la forma más común de maltrato animal, puede ser por acción u omisión y consiste en no cubrir las necesidades básicas del animal como la falta de suministro de comida, agua, alojamiento adecuado, cuidados médicos necesarios y condiciones higiénicas. También puede incluirse situaciones que tengan impacto negativo sobre el animal, como collares apretados, cadenas pesadas, etc (Merck, 2010).

1. Inanición: en los casos en los que se sospecha de inanición se debe hacer una descripción precisa y objetiva de la condición corporal del animal y, específicamente, de la localización y la cantidad relativa de tejido adiposo. El peso corporal ideal del animal se debe estimar para posteriormente calcular la diferencia entre este y el peso





del cadáver, teniendo en cuenta la pérdida de peso relativa a la muerte, que en humanos es del 35-50% (Gerdin y McDonough, 2013).

2. Deshidratación: puede ser ocasionada por la falta de acceso al agua, o a agua potable, o a que el animal está demasiado débil para beber. La privación de agua provoca profundos desequilibrios electrolíticos que pueden llevar a la muerte en días (Merck, 2010).
3. Hipertermia: la hipertermia puede aparecer en un caso legal por varias razones, los más propensos son: el confinamiento de un animal en un vehículo que está expuesto directamente al sol o a altas temperaturas, el mantener a un animal cautivo en una jaula o edificio con temperaturas altas, atar a un animal en un lugar sin sombra, el excesivo ejercicio físico o el sobrecalentamiento intencionado de un animal. Los animales grandes y obesos son más susceptibles que los pequeños y bien proporcionados (Cooper y Cooper.,2007).
4. Hipotermia: en animales expuestos a bajas temperaturas se puede encontrar quemaduras por frío, con edema e hiperemia en la dermis y focos de infiltrados de células inflamatorias (Merck, 2010). Puede haber áreas con pérdida de pelo y los tejidos aparecen avascularizados o necróticos y, en casos severos, se han escarificado o se los ha quitado el animal (Cooper y Cooper, 2007).

(ii) Maltrato físico

1. Envenenamiento: las sustancias tóxicas pueden tener un efecto tóxico directo en los animales (dañando el hígado o el riñón) o pueden dañar los tejidos superficiales o expuestos a tales como la piel, las membranas mucosas, el tracto gastrointestinal o el respiratorio (Cooper y Cooper, 2007). El envenenamiento puede ser accidental o intencional, es difícil diferenciarlos por lo que es muy importante inspeccionar el escenario.
2. Lesiones no penetrantes

Traumatismos: el objetivo de la necropsia en casos de traumatismos es documentar la extensión de las heridas, determinar la edad relativa y el tiempo transcurrido entre ellas, y diferenciar las heridas vitales, de las postmortem y los artefactos. Para hacer evidentes los traumatismos es aconsejable depilar al animal, aunque algunos son difíciles de ver y aparecen a menudo cuando se quita la piel y el subcutáneo (Gerdin y McDonough,2013).

3. Lesiones penetrantes

Heridas por armas blancas: se debe documentar y describir las heridas por armas blanca. Es necesario asignar un número a cada una de las heridas y registrar su localización, su ángulo, los tejidos u órganos afectados y tomar medidas de su anchura y profundidad. Las fotografías se deben tomar una a una con un testigo métrico (Cooper y Cooper,2007).

Heridas por armas de fuego: los objetivos de la necropsia son identificar la herida de entrada y si la presenta, la de salida, documentar la extensión y los daños internos, recuperar los proyectiles si no hay herida de salida, determinar la dirección y el rango de disparo e identificar el arma.





4. Estrangulación, sofocamiento, ahorcamiento y ahogamiento

Estrangulación: es un término muy amplio. La compresión del cuello puede causar la muerte por oclusión de la tráquea, por no permitir el retorno venoso al corazón, por reducir el flujo sanguíneo al cerebro y por causar asfixia o por desencadenar diferentes efectos específicos, por ejemplo, sobre el nervio vago o los senos carotídeos. Los animales pueden ser estrangulados por un ataque intencionado (humano o animal) o como resultado de daños autoinflingidos, por ejemplo, un perro estirando sin cesar de un collar (Cooper, Cooper.,2007). Hay tres variedades de estrangulación: a lazo, a mano y antebraquial (Gisbert Calabuig, 2004).

Sofocamiento: es una muerte causada porque el oxígeno no alcanza la sangre. Los cinco tipos de sofoco son atmósfera viciada, ahogos, atragantamientos, inflamación y/o obstrucción de las vías aéreas y compresión del pecho o el abdomen. Puede haber pruebas traza en la boca del animal porque mordiese lo que le impedía respirar. Si se le aseguró una bolsa alrededor del cuello puede haber arañazos alrededor del mismo, y si ya no se halla el objeto en el escenario, se puede obtener muestras de las uñas del animal por si lo arañó. Además, en los objetos como bolsas o almohadas puede haber huellas dactilares del autor, incluso huellas de la nariz de la víctima que pueden ser relacionadas con el animal en concreto. Si el animal ha sido enterrado vivo, los hallazgos pueden incluir tierra en los senos, en las vías respiratorias inferiores y en el estómago (Merck, 2010).

Ahorcamiento: es la muerte producida por la constricción del cuello ejercida por un lazo sujeto a un punto fijo y sobre el cual ejerce tracción el propio peso del cuerpo. De acuerdo con la posición del cuerpo y la del nudo se distinguen diversos tipos: completa, incompleta, simétrica y asimétrica. En la ahorcadura completa el cuerpo se encuentra totalmente suspendido en el aire. Por el contrario, en la incompleta se produce un contacto más o menos amplio con algún punto de apoyo. La ahorcadura es asimétrica cuando el nudo se encuentra en la línea media, en una posición submentoniana o en la nuca. Cuando la situación del nudo es cualquier otra, se trata de una asimétrica (Gisbert, 2004).

Ahogamiento: es la muerte causada por la inmersión en un líquido. El término ahogamiento seco se ha utilizado para describir a las víctimas de ahogamiento en las que los pulmones no tienen el típico aspecto pesado, encharcado y edematoso que se ven en los pulmones de los ahogados. La teoría es que en algunos casos de ahogamiento hay un súbito espasmo laríngeo debido a un reflejo vagal que se produce cuando entra agua en la laringe o la tráquea. Puede desarrollarse un moco esponjoso y espumoso que forma un tapón físico e impide la aspiración de agua (Merck, 2010).

(iii) Agresiones sexuales

La agresión sexual es una forma de maltrato animal, por lo que la actuación veterinaria pericial es muy importante para identificar al culpable. En la escena del crimen, si hay ropa de cama alrededor del animal o cualquier cosa donde el agresor se haya podido sentar o tumbar debe ser recogido y analizado, para buscar semen u otros fluidos. Las lesiones se deben fotografiar y esquematizarlas. El exterior del cuerpo se debe examinar cuidadosamente con una fuente de luz UV para encontrar cualquier prueba traza de fluidos corporales tales como semen, saliva, orina, sangre, fibras o pelo púbico.





Las muestras de fluidos secos se recogen humedeciendo un bastoncillo de algodón con agua estéril y se pasa por la zona, esto rehidratará las células. A continuación, se gira un hisopo estéril sobre la zona humedecida. Ambos hisopos se deben conservar para futuros análisis. Si el animal se defecó u orinó tras la agresión también se deben tomar muestras de estos. El siguiente paso que debe seguir el perito veterinario es colocar al animal sobre una lámina de papel blanco y cepillarle el pelo meticulosamente para buscar pruebas traza. Se deben recoger muestras para posibles estudios de ADN del agresor y de pelo del animal por si se ha transferido pelo de este al agresor (Merck, 2010).

Para facilitar el acto, el agresor puede haber drogado al animal. Por lo cual se debe tomar muestras de sangre y orina para hacer análisis toxicológicos. Se deben quitar todas las uñas del animal e inspeccionar la cavidad oral y los dientes en busca de pruebas traza. El ADN del agresor puede estar presente en la cavidad oral del animal, en la vagina o en la región anorrectal. Se puede utilizar un kit de violaciones humanas para recoger muestras. Hay que hacer varios hisopados de vagina y recto. Las lesiones más frecuentes encontradas en animales son la hemorragia subcutánea perianal resultado de la fractura proximal de la cola, abrasiones externas en la vulva o ano, hematomas perivulvares y en la cara media de los muslos y prolapso vaginal y/o anal (Merck, 2010).

d) Enfoque multidisciplinario

Quienes realizan investigaciones de patología forense en animales pueden necesitar colaboración de sus colegas de medicina forense humana. Esto ocurre con mayor frecuencia en casos que involucran elementos tanto animales como personas, como mordeduras de perro, atropellos de ganado e infecciones zoonóticas. En ocasiones, un caso en proceso de investigación puede requerir la autopsia tanto del cadáver de una persona como de un animal muerto; por ejemplo, si un agresor ha disparado o envenenado tanto al dueño de una casa como a su perro.

Las mordeduras producidas por animales son un ejemplo común de situaciones en las que las investigaciones forenses pueden apoyarse del concurso de médicos, odontólogos y veterinarios con especialidades diversas. Por otro lado, la relación entre el maltrato a personas y la violencia contra animales suscitan cada vez más interés y son objeto de estudio de carácter multidisciplinario.



3.2.17. Obstetricia forense¹⁹

1) Historia

Descripción de algunos eventos importantes de la historia de la obstetricia forense en el mundo, el cual ha causado un gran impacto y relevancia hasta la actualidad. En Egipto (6000-1200 a. C.), el Papiro de Ebers (1550 a. C.) uno de los más antiguos tratados de medicina general, con información obstétrica de la época, identifica un embarazo, qué hacer con distintos cuadros y hasta temas de aborto. Así como en la prehistoria, el parto lo desarrollaban de la manera más natural posible, las mujeres eran atendidas exclusivamente por mujeres (Sedano, 2014).

Los egipcios utilizaron pruebas para diagnosticar el embarazo cuando existían dudas sobre la paternidad del niño, consistía en observar los efectos de la orina sobre algunos vegetales. De esta manera si las hojas se marchitaban o si los cereales no crecían se descartaba el embarazo.

Los médicos griegos comparecían como testigos ante los tribunales o el jurado, para declarar sobre la gravedad de las heridas o sobre las causas de muerte.

Los temas médico-legales abundan en la medicina romana, ya que existían varias leyes que hacían referencia a ella: “*Lex Cornelia de Iniuriis*” separa las lesiones y golpes de otros tipos de injurias, “*Lex Aquilia*” propuesta por Lucio Aquilio en el año 572, trataba de la reparación del daño, la determinación de la gravedad de las heridas y la investigación a realizarse cuando se producía un aborto (Suescún, et al., 2009).

En 1500 a.C., aparecen en egipcios y judíos las primeras prácticas con exploraciones genitales e intervenciones obstétricas como versiones internas, embriotomías y cesáreas post mortem.

En la India (4000-1700 a.C. - 500 d.C.), grandes personajes de la medicina india, en especial a Sushruta quien escribió un tratado de 900 páginas que se conoce como el primer libro quirúrgico con descripción de operaciones de todo orden incluyendo el área obstétrica, la cuarta parte de su libro lo dedicó al parto, describiendo además cesáreas e instrumentos como el fórceps y espéculos para usos tanto vaginales como rectales.

En los años 500 a.C. y 500 d.C., en la antigua Grecia como posteriormente en Roma, ya existían manifestaciones sobre cesárea post mortem, llegando a ser una condición en la práctica obligatoria en el 715 a.C., entre los romanos. Allí se obligaba a extraer el feto a toda mujer que muriese durante la gestación o durante el parto, antes de darle sepultura. En aquellos tiempos en Roma (130-150 d.C.) cuando las parteras solicitaban ayuda, la acción de los médicos sólo se concretaba a mutilar los fetos dentro del vientre materno y a extraerlos.

En el año 98-138 d.c. Sorano de Éfeso, es considerado el padre de la Ginecología y Obstetricia, siendo el primer obstetra reconocido de la historia, escribió su obra maestra “Sobre las enfermedades de las mujeres”; incluyendo un tratado sobre el parto, la misma que se usó como guía por más de quince siglos. Asimismo, describió maniobras para la atención del parto. También escribió sobre distocias, cómo proteger el periné en el parto semejante a lo actual. En épocas en que en Roma era frecuente la práctica del aborto criminal, fundó las indicaciones de la interrupción del embarazo.

¹⁹ Redactado por: Cap. S. PNP Cintya Ramírez Guillén



Entre los años 400 y 1400 d. C. edad de las tinieblas y la edad media, los médicos no examinaban, no observaban ni palpaban y para el parto se consideraba indecoroso examinar a las pacientes. La mayor preocupación era saber la fecha del calendario y la posición que ocupaban los astros. Sólo en algunos espacios se mantuvo el recuerdo de la medicina griega y en esos lugares el arte de la Obstetricia, tal como se practicaba en la antigüedad, fue protegido para la posteridad.

En la época del renacimiento, fue la evolución de la obstetricia moderna, teniendo influencia del conocimiento de la Edad Media, renacieron las artes, las ciencias y también la obstetricia. Los viejos manuscritos son leídos con avidez nuevamente y ante la necesidad de difusión de las experiencias, aparecieron los textos para la atención de mujeres embarazadas y comadronas (Sedano, 2014).

Entre los años 529 y 564, apareció el “Código de Justiniano”, el cual regulaba la práctica de la medicina, la cirugía y la obstetricia, se refería al valor del experto, al igual que las penas debidas a la mala práctica profesional.

En oriente existía el “Digesto”, promulgado en el siglo VI refiriéndose a los diversos tipos de lesiones, señalando sus indemnizaciones, tratando igualmente el aborto, el infanticidio y la violación (Suescún, et al., 2009).

En 1510-1590, Ambrosio Paré, gran maestro y guía de las comadronas en la maternidad más famosa de Europa y el mundo del siglo XV, el hotel Dieu de París, hizo progresar la obstetricia y su enseñanza.

Jean Boudelocque (1748-1810) desarrolló técnicas para medir los diámetros de la pelvis. En Dublín, Fielding Ould (1710-1789), introdujo el decúbito lateral izquierdo para el parto y fue conocido como el primer maestro en este arte en Irlanda. Y en ese mismo medio, Sir Fielding Ould, en 1742, preconizó la episiotomía profiláctica y describió correctamente el mecanismo de encaje fetal. En 1753 en Alemania, Juan Jorge Roederer publicó el libro “Elementos del Arte Obstétrico”, el cual destaca como el primer tratado de obstetricia científico de origen alemán y, por lo mismo, es considerado el fundador de la Obstetricia alemana.

Si bien es cierto que en el período de la Ilustración se observó un gran avance, en el Siglo XIX, la progresión de este quehacer fue vertiginosa. Tanto así, que el desarrollo de la ginecología se separó de la obstetricia.

En 1812 Naegele estableció el modo para calcular la edad gestacional y la fecha probable de parto, considerando la amenorrea (Sedano, 2014).

Fue en 1821 en el Perú, antes y sobre todo después de la gesta independentista, los partos eran atendidos en los domicilios por parteras aficionadas, solo con la práctica de su oficio por haber asistido otros partos. En estas circunstancias llegan al Perú, provenientes de Europa, dos destacados profesionales de Obstetricia: el Dr. Juan Fessel y Benita Paulina Caudeau de Fessel (en el Perú fue conocida como Madame Fessel); fue entonces que el Dr. Hipólito Unanue, Ministro de Salud de la época, propuso al gobierno crear una clínica de maternidad para la atención de partos a las madres pobres, creando la primera maternidad, así como la primera escuela de partos en Hispanoamérica, siguiendo el modelo de la Maternidad de Port-Royal de París, siendo esta una capacitación para que jóvenes estudiaran la ciencia y el arte de la Obstetricia tal como se acostumbraba en las Escuelas de Francia.

Don Andrés de Santa Cruz, Jefe de Gobierno, mediante Decreto N°110 del 10 de Octubre de 1826, determina que en el Colegio de Santo Tomás, en la ciudad de Lima, se estableciera una Escuela de Parto,



hoy Escuela Académico Profesional de Obstetricia de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, la más antigua de América, donde se formaron a jóvenes en el arte y ciencia de la atención y una Casa de Maternidad (hoy Instituto Nacional Materno Perinatal) para socorrer a las mujeres en sus partos (Colegio Regional de Obstetras de Lima y Callao, s.f.).

En 1894, Christian Leopold describió sus clásicas maniobras para definir la condición fetal con relación a la madre, las que son de gran trascendencia en la semiología obstétrica y enseñadas hasta nuestros días (Sedano, 2014).

El 20 de setiembre del año 2026, con RD N°1902-2006-DIRGEN/EMG, se inician las labores en la especialidad de ginecología y obstetricia forense de la DIVLACRI - DIRCRI. Desde la fecha, los peritos obstetras forenses han venido realizando exámenes periciales de gran aporte a la lucha contra la delincuencia y el crimen organizado que actualmente el Perú mantiene una cifra de incremento. En el año 2020 la única área especializada a nivel nacional de obstetricia forense dejó de prestar atención debido a la pandemia por COVID 19. En el año 2022 se reabertura la especialidad con una oficial superior de servicios y una suboficial de armas, ambos peritos obstetras forenses; a finales del mismo año se incorporan dos oficiales de servicio recientemente asimiladas.

El 04 de noviembre del año 2025 el diario El Peruano, mediante el Decreto Supremo N°011-2025-IN, publica la aprobación del Reglamento del Decreto Legislativo de fortalecimiento de la función criminalística policial, modificado por el Decreto Legislativo N°1606; donde la especialidad de obstetricia forense pasa a obtener mayor relevancia en la historia:-

2) Definición

La obstetricia es rama de la medicina forense, es la ciencia que se encarga de aplicar los principios y conocimientos de la especialidad, coadyuvando en la investigación de los delitos cometidos contra la mujer durante el embarazo, el parto y el puerperio. Interviene en los delitos contra la libertad sexual, como la violación, el delito contra la vida, el cuerpo y la salud, en casos de aborto, entre otros. (Briones, 2019)

Asimismo, la obstetricia forense, se encarga de aplicar el conocimiento obstétrico en la atención de la mujer inmersa en situaciones de implicancia civil y penal en el campo jurídico o legal; abordando, el área de violencia sexual, realizando el examen ectoscópico preferencial a presuntas víctimas de violencia sexual, el área de examen obstétrico con la finalidad de determinar gestación, parto, puerperio; así como la determinación de aborto de presunta criminalidad.

3) Importancia

Es preciso resaltar la importancia de la obstetricia forense como un gran aporte a la investigación criminal, con capacidad para proporcionar pruebas de carácter científico a la administración de justicia y procesos penales en casos de gran impacto social; como los distintos delitos implicados en embarazos, partos, puerperios; delitos contra libertad sexual- violencia sexual; delitos contra la vida el cuerpo y la salud- abortos; cuyo informe pericial es herramienta clave que permite esclarecer hechos, identificar responsables y finalmente otorgar elementos fundamentales para las decisiones judiciales.

4) Actividad pericial

a) Examen de integridad sexual

Permite visualizar y describir, en forma minuciosa, detallada y completa, la presencia y/o ausencia de lesiones encontradas en las áreas corporales (extragenital, paragenital y genital) de mujeres víctimas



de agresión sexual que acuden al servicio, respetando y protegiendo la intimidad y privacidad de la persona a examinar, asimismo, es imprescindible la firma del consentimiento informado.

Las lesiones físicas presentes en una víctima del delito contra la libertad sexual, durante el examen clínico de la exploración externa, pueden incluir excoriaciones, equimosis, hematomas; heridas contusas, lesiones por arma blanca o por proyectil de arma de fuego; además, también por sustancias químicas o físicas, entre otras. Dichas lesiones frecuentemente se localizan en el cuello, la cara, la región anteroexterna de los brazos y antebrazos, el abdomen, la cara posterior del tórax, los glúteos, el tercio medio de la cara interna de los muslos, las rodillas y las piernas.

Al efectuar el examen de los genitales, se observa si existen o no contusiones, excoriaciones, heridas o padecimientos infecciosos en los labios menores, el capuchón del clítoris, el meato urinario, la fosa navicular o la horquilla. Se valora si el himen presenta heridas recientes, su ubicación y variedad (bilabiado, anular, semicircular, falciforme, biperforado, completo, incompleto, cribiforme, festoneado, entre otros); considerándolo y describiéndolo según el sentido horario de un reloj, para poder señalar el sitio de los desgarros. También se buscan heridas en la mucosa vaginal, los fondos de saco y el perineo, detalladamente.

Figura 474
Perito obstetra forense



Nota. Evaluación de presunta víctima de violencia sexual (DIVLACRI DIRCRI PNP).

En un examen de esta índole, se busca en la ropa de la víctima, la existencia de manchas de sangre, esperma, pelo de la cabeza, barba, axila o pubis (por el método comparativo, es posible descartar o afirmar que el pelo pertenece al supuesto agresor). También se pueden presentar padecimientos postraumáticos, cistitis, vulvovaginitis, pelviperitonitis y rectitis. En la apreciación pericial de este tipo de delito, es importante dejar asentado lo siguiente: edad clínica de la presunta víctima, lesiones observadas en el examen clínico, si existe o no desgarró del himen, así como padecimientos postraumáticos (Trujillo, 2015).

La exploración física en un presunto delito sexual comienza con una inspección ectoscópica para una evaluación general y visual del cuerpo en busca de signos físicos, lo cual se basa en tres áreas, fundamentalmente:



i) Áreas topográficas para estudio

Según Salazar (2019), la finalidad de dividir en el cuerpo humano en tres áreas para la realización del examen ectoscópico, en el caso de abusos sexuales, es organizar en forma sistemática la inspección para asegurar que ninguna región sea omitida, la misma que comprende tres áreas corporales:

- (1) Área genital: comprende los genitales externos, la región anorectal y la zona triangular entre ambos, llamada periné.
- (2) Área paragenital: comprende la superficie interna de los muslos, las nalgas y la parte baja de la pared anterior del abdomen.
- (3) Área extragenital: es la porción restante de la superficie del cuerpo que incluye las mamas, el cuello, miembros superiores e inferiores.

ii) Hallazgo de lesiones por zona anatómica

Se detalla la existencia de diversas lesiones que se pueden encontrar ante un delito de violencia sexual, tales como:

(1) Extragenitales:

- Contusiones del cuero cabelludo.
- Hematomas en el rostro (bucales y peribucales), región cervical.
- Excoriaciones ungueales en rostro, cuello, tórax, mamas.
- Contusiones por mordedura en el rostro, labios, mamas o pezones.
- Hematomas a nivel de la pared abdominal, muslos, rodillas o piernas.
- Signos de estrangulamiento manual o con lazo.

(2) Paragenitales:

- Contusiones y/o desgarros perineales.
- Contusiones y/o desgarros vesicales.
- Hematomas pubianos, cara interna de los muslos.

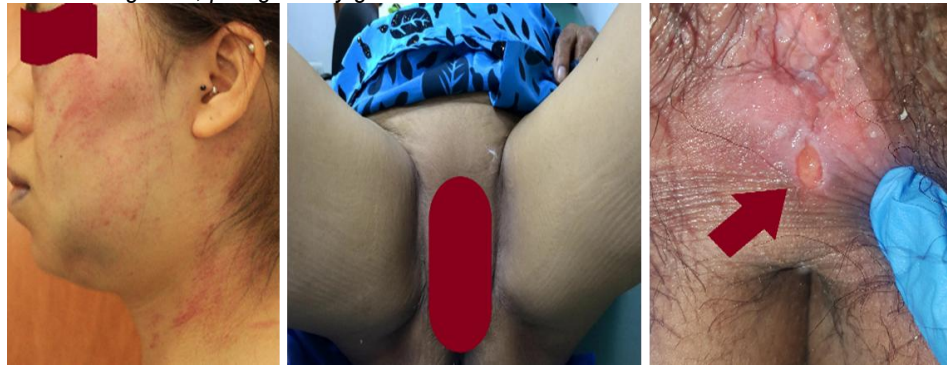
(3) Genitales:

- Contusiones y/o desgarros de la vulva, horquilla.
- Contusiones y/o desgarros de la vagina, fondo de saco útero vaginales.
- Contusiones y/o desgarros anales.



Figura 475

Área extra genital, paragenital y genital



Nota. Zonas anatómicas para evaluación en víctima de violencia sexual (DIVLACRI DIRCRI PNP).

iii) Tipos de lesiones

Son las agresiones de un agente físico a través de un mecanismo de impacto aplicado a una zona específica de la topografía.

(1) Lesiones contusas

Son las causadas por agentes contusos o contundentes, que se caracterizan por ser duros, con bordes romos y no cortantes.

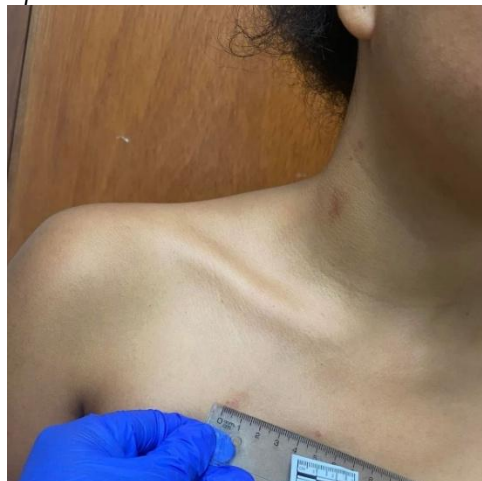
(a) Lesiones contusas sin solución de continuidad de la piel

(i) Equimosis

Se trata de una contusión superficial cerrada provocada por mecanismos de presión, los cuales se distinguen por su expansión en un plano anatómico, ya sea piel, tejido celular subcutáneo, músculo o hueso; adquiriendo una forma difusa y presentándose como una mancha sanguínea en la dermis. Este proceso se origina por la ruptura de los capilares a causa de la presión ejercida por el agente traumático, motivo por el cual los bordes tienden a ser regulares y definidos, generalmente reproduce la forma del agente contundente (Riú, 1998).

Figura 476

Equimosis



Nota. Equimosis violáceas por sugilación en víctima de violencia sexual (DIVLACRI DIRCRI PNP).



Cronología de la lesión

La coloración que presentan las lesiones se debe a una microhemorragia originada por la ruptura de capilares, la cual, mediante el proceso de degradación y reabsorción, muestra cambios en la pigmentación sanguínea al entrar en contacto con los tejidos. (Riú, 1998)

De este modo, las equimosis varían de color con el transcurso de los días; por ello, es posible estimar la data de la equimosis (cronocromodiagnóstico) a partir de la degradación y reabsorción de la hemoglobina.

Rojo violáceo	:	Primer al segundo día (Hemoglobina)
Violácea	:	Tercer al quinto día (Combinación de la hemoglobina y la hematina)
Azulado violáceo	:	Cuarto al sexto día (Hemosiderina)
Verdoso	:	7° al 12° día (Presencia de la biliverdina)
Amarillento	:	13° al 21° día (Presencia de bilirrubina)

Existe un tipo particular de equimosis:

- Sugilación
- Petequia
- Equimoma

(ii) Hematoma

Denominado “tumor de sangre”, el hematoma se produce por la ruptura de vasos sanguíneos de mayor calibre, adoptando la forma de una colección subcutánea -similar a una bolsa de sangre. (Riú, 1998).

El hematoma puede ser de tamaño reducido comúnmente denominado “chinchón”, no suele exceder los 21 a 22 días, salvo en casos donde se presentan complicaciones.

(iii) Tumefacción

Se refiere al aumento del tamaño de la zona corporal impactada por causas traumáticas, en las que el fluido linfático se traslada al compartimento intersticial. Así, es el resultado del proceso inflamatorio provocado por la contusión y, por lo general, se ubica en áreas donde hay una distancia mínima entre el hueso y la piel, como los pómulos, la frente, el cuero cabelludo, los codos, las rodillas, entre otros.

(b) Lesiones contusas con solución de continuidad de la piel

(i) Erosión

Es una lesión contusa simple a nivel de mucosas, originada por el contacto con un objeto contuso; corresponde a la pérdida de epidermis y dermis superficial sin descubrir el corion papilar. (Gisbert, 2004)



(ii) Excoriación

Lesión contusa simple, que compromete la epidermis y parte de la dermis (costra amarillenta), pudiendo llegar a denudar la dermis papilar (costra sanguinolenta). Es generalmente ocasionado por contacto tangencial con superficies rugosas, arma blanca o de naturaleza biológica (uñas). (Ministerio Público, 2016)

(iii) Heridas contusas

Se caracterizan por una solución de continuidad, con irregularidades de sus bordes, evidenciando que las paredes de la herida y el lecho también presentan una morfología irregular, con la presencia de puentes dérmicos, los cuales se asocian a otro tipo de lesiones contusas alrededor de la herida. (Vargas, 2017)

(iv) Mordedura

Es un traumatismo producido por los dientes, con un mecanismo de producción combinado de presión y tracción, que presenta un aspecto contuso-cortante o, en algunos casos, simplemente contuso.

(2) Lesiones por agentes con punta y/o filo

El arma o agente lesionante que tiene punta, filo o ambos se denomina arma blanca. Este se compone de una fina lámina de metal con filo en uno o varios bordes y también puede poseer un extremo agudo. Las heridas que generan pueden categorizarse en: heridas que se extienden principalmente en superficie, heridas que se extienden principalmente en profundidad y tipos específicos de heridas (Vargas, 2017).

Tipos de lesiones:

(i) Heridas extendidas predominantemente en superficie

- Heridas cortantes
- Heridas por autolesionismo
- Heridas contuso cortantes
- Herida por colgajo
- Heridas de defensa

(ii) Heridas extendidas predominantemente en profundidad

- Heridas punzocortantes
- Heridas punzantes
- Heridas complejas (degüello y eventración)

iv) Evaluación del himen

(1) Elasticidad del orificio

Un himen íntegro puede ser dilatado o dilatable:

- (a) Himen dilatado: el orificio se presenta anormalmente grande y tiene bordes flácidos. Esta condición puede ser congénita o adquirida, esta última se debe a maniobras repetidas de dilatación progresiva, por onanismo (masturbación), por coitos de penetración.



- (b) Himen dilatable: el orificio se presenta de diámetro usual, pero se distiende al paso de dos dedos del examinador, una vez retirados vuelve a su tamaño habitual. Su elasticidad se debe a un mayor contenido de fibras elásticas, de manera que permite el acceso carnal sin romperse (Pacheco, 2005).

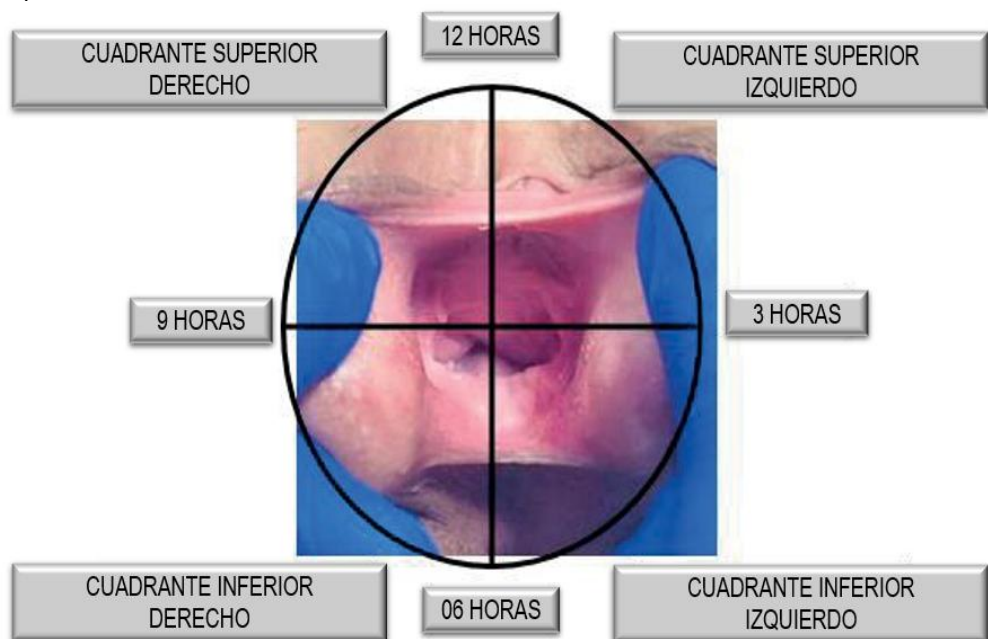
(2) Desgarros

Es la ruptura de la membrana himenial que podría llegar hasta su base de inserción en la vagina. Estos desgarros presentan bordes irregulares, a menudo asimétricos y formados por tejido cicatricial, siendo su mecanismo de producción la contusión y la fricción. En lo que respecta al aspecto médico forense, es importante establecer si se trata de un himen íntegro o si hay un desgarro o ruptura. En caso de existir este último, se debe determinar si es reciente y exhibe signos de inflamación aguda, caracterizados por sangrado, enrojecimiento, tumefacción, aumento de la temperatura y dolor. En contraste, un desgarro antiguo muestra bordes cubiertos de tejido cicatricial (Vargas, 2017).

La ruptura puede ocurrir en uno o varios puntos de cualquiera de los cuadrantes de la membrana. Para el himen típico, la ubicación de la ruptura se describe según las manecillas del reloj (a las 6 o a las 12). La localización predominante de desgarros en los himenes anulares y semilunares se sitúa entre las cuatro y las cinco.

Figura 476

Inspección del himen



Nota. Evaluación del himen tomando como referencias cuadrantes, horaria y estructura básica (DIVLACRI DIRCRI PNP).

En la práctica médico forense es fundamental determinar la integridad del himen o la existencia de cualquier lesión contusa, ruptura o desgarro. De identificarse una ruptura, se debe precisar si es reciente (generalmente considerada menor de diez días) o antigua (mayor de diez días). Si bien los jueces y abogados pueden requerir una datación más específica (horas, días, semanas, etc.).



La clasificación de los desgarros se basa en la extensión de la solución de continuidad observada en la orla himeneal (Pacheco, 2005).

(a) Tipos de desgarros:

- (i) Completos: desde el borde libre hasta el borde de inserción.
- (ii) Incompletos: no llegan al borde de inserción.
- (iii) Reciente: desgarros que presentan signos de inflamación, signos perilesionales, depósitos de fibrina en los bordes, sangrado, equimosis, congestión, eritema, edema y tumefacción. Su evolución promedio es menor de diez días.
- (iv) Antiguo: desgarros que muestran cicatrización de los colgajos himeneales. En promedio, se observan a partir de un periodo mayor a 10 días.

Figura 477

Desgarro de himen



Nota. Desgarro completo reciente (DIVLACRI DIRCRI PNP).

Figura 478

Desgarro de himen



Nota. Desgarro completo antiguo (DIVLACRI DIRCRI PNP).



Una consideración importante en el examen del himen, especialmente cuando se evalúan posibles rupturas antiguas, es la diferenciación con las escotaduras congénitas. Mientras que una ruptura antigua, resultado de un traumatismo, se caracteriza por la presencia de tejido cicatricial en sus bordes; una escotadura congénita representa una malformación del himen presente desde el nacimiento. Esta última se distingue por estar revestida del mismo tipo de tejido que el resto de la membrana himeneal (epitelio pavimentoso estratificado).

Figura 479

Desgarro de labios



Nota. Desgarro en hendidura de labio mayor y menor, lado izquierdo (DIVLACRI DIRCRI PNP).

v) Examen de región anal – posición genupectoral

(1) Evaluación de la región anal y perianal:

El diagnóstico constituye el eje central en la atención de un paciente, ya que permite identificar y determinar los signos presentes.

(a) Características semiológicas de la región anal

(i) Forma

Está determinada por el orificio anal, que en condiciones normales o en reposo se observa como una hendidura en sentido anteroposterior, sin embargo, cuando es dilatado por un objeto o por el pene, adquiere una forma más redondeada y los pliegues tienden a desaparecer (Ministerio Público, 2021).

(ii) Tono:

Por lo general, el tono es normal (eutónico), lo que significa que el orificio anal se mantiene cerrado incluso ante una leve separación de los glúteos. En situaciones de agresión sexual reciente, es frecuente encontrar espasmo del esfínter anal (hipertonía) (Ministerio Público, 2021).

(iii) Elasticidad:

Corresponde a la capacidad del tejido anal y perianal para distenderse ante determinados estímulos o situaciones (Ministerio Público, 2021).



(iv) Diámetro:

Se evalúa el tamaño del orificio anal. Algunos autores consideran que una dilatación superior a 0,5 cm que persiste tras una leve separación de los glúteos durante 30 a 60 segundos puede sugerir manipulación anal (Ministerio Público, 2021).

En consecuencia, todos los hallazgos clínicos en la región anal y perianal deben analizarse de manera integral, junto con otras evidencias físicas y la información proporcionada por la víctima (Ministerio Público, 2021).

(v) Pliegues perianales:

También conocidos como pliegues radiados, se distribuyen de forma uniforme alrededor del área perianal con una disposición simétrica similar a un “aro de bicicleta”, convergiendo hacia el centro del orificio anal. En ciertas zonas (entre las horas XI a I y V a VII), puede observarse una disminución o atenuación de estos pliegues. En casos de coito anal, reciente o antiguo, puede evidenciarse su borramiento parcial o total, ya sea por inflamación (en eventos recientes) o por aplanamiento (en casos antiguos o repetitivos) (Ministerio Público, 2021)..

(b) Hallazgos de la región anal y perianal

(i) Acto anal reciente:

Se caracteriza por la presencia de lesiones recientes, como una discontinuidad o erosión que atraviesa de forma tangencial u oblicua dos o más pliegues anales. Estas lesiones pueden presentarse con o sin signos vitales en la zona circundante, tales como hemorragia, equimosis, congestión, edema o tumefacción (Ministerio Público, 2021).

(ii) Acto anal antiguo:

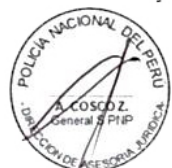
Se identifica por la presencia de una o más cicatrices en la región anal, que pueden ser hipocrómicas o hiperocrómicas, así como hipertróficas o deprimidas, y que atraviesan de manera tangencial u oblicua dos o más pliegues anales. También con la presencia de repliegues cutáneos tipo plicomas (Ministerio Público, 2021).

(iii) Coito / acto anal reciente:

Puede producirse por la acción del pene, partes del cuerpo o la introducción de objetos. Se caracteriza por la presencia de desgarros anales recientes (fisuras traumáticas) con signos vitales en la zona circundante, o por soluciones de continuidad o erosiones compatibles con un evento reciente. Para establecer una conclusión médico legal, es necesario correlacionar los hallazgos clínicos con los criterios mayores y menores, además de la anamnesis forense (Ministerio Público, 2021).

(iv) Coito / acto anal antiguo:

También puede originarse por la acción del pene, partes corporales u objetos. Se evidencia por la presencia de cicatrices en la región anal compatibles con eventos pasados, así como por posibles infecciones de transmisión sexual o lesiones venéreas. Asimismo, pueden observarse cicatrices que atraviesan de forma tangencial u oblicua dos o más pliegues anales, junto con otros signos característicos de acto anal antiguo. Al igual que en los casos recientes, es fundamental correlacionar los hallazgos clínicos con los criterios diagnósticos y la anamnesis forense para establecer la conclusión médico legal (Ministerio Público, 2021).



(2) Diagnóstico de ruptura:

De forma análoga al himen, se localizan de acuerdo con cuadrantes del reloj, en la posición de examen del paciente. Estas rupturas constituyen verdaderas heridas contusas. Cuando son de pequeñas dimensiones, se denominan fisuras; en cambio, en algunos casos, especialmente en niños, pueden extenderse a través del periné y de la pared rectal. Suelen estar localizadas a las 11 y a la 1. Las rupturas antiguas se presentan como cicatrices, muchas veces en forma de "V".

Figura 480
Perito obstetra forense



Nota. Evaluación de la región anal posición genupectoral.
(DIVLACRI DIRCRI PNP).

b) Examen de integridad sexual en niñas

El examen en menores requiere un abordaje diferente, debido a que el perito debe proceder de manera menos formal, estableciendo una comunicación empática y paciente con el fin de reducir la ansiedad de la paciente; por ello, se informará detalladamente el procedimiento a realizar, tanto a la menor como al tutor que se encuentre acompañándola, siendo imprescindible la firma del consentimiento informado y la aceptación de la menor a examinar.

Al realizar el examen, le solicitará a la examinada que se coloque en la mesa de examen en posición de "ranita", facilitando la exploración genital. Es fundamental tener en cuenta las limitaciones biológicas según la edad, ya que la penetración suele ser inviable antes de los seis años, y la desfloración entre los 6 y 11 años puede resultar en lesiones graves, como desgarros de la horquilla y del tabique rectovaginal. Además, en situaciones de abuso progresivo sin violencia física evidente, consentimiento o participación de la niña, la ausencia de lesiones no descarta el abuso, especialmente en casos de pubertad precoz con un desarrollo genital avanzado. Sin embargo, en niñas más pequeñas, la probabilidad de lesiones significativas ante un intento de penetración es considerablemente mayor.

c) Examen para determinación de aborto de presunta criminalidad

La palabra aborto proviene del latín *abortus*, relativo a la acción de abortar, y ésta proviene del latín *abortare*, que significa «interrupción de forma natural o provocada del desarrollo del feto». En el delito de aborto, jurídicamente, se considera que es la muerte del producto de la concepción en cualquier momento de la gestación. (Briones, 2019). Asimismo, se conoce que cada año se provocan cerca de



73 millones de abortos en todo el mundo, y el 61 % de los embarazos no deseados se interrumpen voluntariamente (OMS, 2021).

En el contexto legal peruano, donde el aborto está penalizado excepto en casos de aborto terapéutico, cuando existe la sospecha de un aborto ilegal se puede llevar a cabo un examen forense para determinar si ocurrió un aborto y bajo qué circunstancias.

i) Formas de presentación del aborto

- (1) Aborto espontáneo: el aborto espontáneo es la muerte embrionaria o fetal no provocada, o la salida de la cavidad uterina de este antes de las 22 semanas de gestación. En una amenaza de aborto se presenta sangrado vaginal sin dilatación cervical, que se manifiesta durante este marco de tiempo, e indica que puede producirse un aborto espontáneo en una mujer con una gestación intrauterina viable confirmada (Sridhar, 2023).
- (2) Aborto terapéutico: No es punible el aborto practicado por un médico con el consentimiento de la mujer embarazada o de su representante legal, si lo tuviere, cuando es el único medio para salvar la vida de la gestante o para evitar en su salud un mal grave y permanente (Briones, 2019).
- (3) Aborto inducido: es la interrupción voluntaria del embarazo, que consiste en provocar la terminación prematura del embarazo, impidiendo el desarrollo del embrión o feto para su eliminación. Este tipo de aborto está sancionado y penado por el Código Penal peruano (Omero, 2002). Principalmente, el objetivo de este examen es obtener pruebas concretas para la resolución de casos de interés criminalístico, incluyendo la presencia de signos de embarazo previo o interrupción del mismo, determinación de causas del aborto, entre otros.

ii) Consideraciones que se toman en cuenta en el examen

La exploración sigue una secuencia similar en las áreas extragenital, genital externa e interna. En el área extragenital se investigan signos de embarazo, marcas de punción en los pliegues del codo (indicativas de posible administración de fármacos) y otros datos que sugieran un embarazo reciente, así como posibles complicaciones abortivas.

El examen genital se centra en la detección de secreciones y lesiones. Mediante tacto vaginal, se evalúa y describe la posición, tamaño y forma del útero para confirmar la gestación y su duración estimada. También se documentan las características de cualquier sangrado uterino presente. La visualización y descripción del cérvix uterino con espéculo, busca signos de maniobras abortivas (dilatación de los orificios interno y externo) y otros hallazgos relevantes para la investigación médico legal.

d) Examen para determinación del embarazo

Si bien la duración habitual del embarazo se estima en 10 meses lunares, 9 meses solares, 40 semanas o 280 días; desde la perspectiva médico legal, la ley suele considerar un rango más amplio, extendiéndolo hasta 360 días y acortándolo hasta 180 días. El diagnóstico retrospectivo de embarazo es crucial en casos de acusación de aborto, infanticidio y maternidad cuestionada. Este diagnóstico se basa en la detección de la gonadotrofina coriónica, cuyo descenso o desaparición puede indicar un embarazo previo.



i) Diferencias de embarazo

Es fundamental diferenciar el embarazo real de la pseudociésis (embarazo psicológico) (Takajashi, 2019), que se observa en mujeres con personalidad histérica, propensas a la teatralidad, la mentira y la fabulación. En la pseudociésis pueden presentarse síntomas como amenorrea, trastornos digestivos, cambios mamarios e incluso aumento del volumen abdominal debido a la aerofagia. La pseudociésis se descarta mediante pruebas biológicas, químicas e inmunológicas negativas, ausencia de movimientos fetales, ausencia de latidos cardíacos fetales y signos radiológicos negativos.

En los casos de falsos embarazos, estos pueden agruparse en dos clases:

- (1) Simulados: son embarazos fingidos con propósitos ilícitos, como chantaje o extorsión contra el supuesto padre, o para atraer la atención del cónyuge. Estas acciones constituyen un delito.
- (2) Inexistentes: se refiere a la simulación de un estado de gravidez que nunca ocurrió.

ii) Diagnóstico de embarazo

El embarazo desde el punto de vista médico legal se comprueba mediante los siguientes diagnósticos:

- (1) Diagnóstico clínico: que se manifiesta a través de signos de presunción, como por ejemplo las náuseas, vómitos; signos de probabilidad como por ejemplo signo de Hegar I y Hegar II; y signos de certeza como es la auscultación de latidos cardíacos fetales.
- (2) Diagnóstico radiológico: donde se va a observar las calcificaciones óseas del feto.
- (3) Diagnóstico anatomopatológico: en el que al realizar el curetaje en el cadáver podemos encontrar lo siguiente: La presencia de vellosidades coriónica y de trofoblasto, el fenómeno de Arias Estellas en el embarazo ectópico, en la necropsia se dan los cambios en el ovario, útero y la hipófisis; el útero puede estar ocupado por el producto de la concepción o sus restos, presencia de restos de meconio y vérnix caseoso. La edad del embarazo a partir de las medidas del útero en la necropsia es difícil. La edad gestacional es precisa si el feto es hallado intacto en la cavidad uterina.
- (4) Diagnóstico biológico: es la presencia de gonadotrofina coriónica en la sangre y en la orina de la embarazada.
- (5) Diagnóstico inmunológico: se realiza con pruebas inmunológicas con la hormona; en una suspensión de partículas de látex es indirecta o en el anticuerpo en el látex es directa.
- (6) Diagnóstico bioquímico: el que se determina de manera cualitativa o cuantitativa en el plasma u orina de la mujer embarazada, las hormonas siguientes: en el ovario (estrógenos y progesterona), en la placenta (gonadotrofinas coriónicas), en corteza suprarrenal (17-cetosteroide neutros y 11 oxi-esteroides), en la hipófisis (gonadotrofinas hipofisarias). (Briones, 2019)

iii) Consideraciones que se toman en cuenta en el examen

En la posición de decúbito dorsal, el perito realiza las maniobras de Leopold (para conocer la situación, posición, presentación y altura de presentación fetal); la medición de la altura uterina (con el fin de determinar las semanas de gestación) y la auscultación de la frecuencia cardíaca fetal (para apreciar la vitalidad fetal).



En la posición de litotomía, el perito se ubica frente a la zona genital para observar el introito vaginal (hiperemia). Con la ayuda de guantes, se realiza el tacto vaginal para determinar la posición, tamaño y forma del útero, así como todo lo relacionado con interés médico-forense (Briones, 2019)

Figura 481

Perito obstetra forense



Nota. Evaluación de gestante (DIVLACRI DIRCRI PNP).

e) Examen para los casos de determinación del parto y puerperio

En el análisis del parto y el puerperio, resulta fundamental esclarecer situaciones ambiguas tales como la maternidad presunta o real, el infanticidio, el homicidio, la sustitución de recién nacidos y la inhumación clandestina, entre otros.

Desde la perspectiva clínica, en el puerperio inmediato el examen se realiza siguiendo la topografía corporal, ectoscopia completa destacando signos relevantes como la hiperpigmentación cutánea en el rostro (cloasma gravídico), en el abdomen (línea alba hiperpigmentada), palpación de tamaño uterino, útero contraído dependiendo las horas puerperales. También se realiza la maniobra de digitopresión en las mamas para verificar la presencia de secreción láctea.

En posición de litotomía, el perito examina el introito vaginal, observando signos como la hiperemia, desgarros, episiorrafias. Mediante el tacto vaginal con guantes se evalúa el cuello uterino, determinando la posición, tamaño y forma del útero; así como la presencia de sangrado uterino postparto (loquios), episiorrafias, desgarros y otros hallazgos de interés médico-forense, los cuales se registran de manera detallada (Briones, 2019).



3.2.18. Odorología forense²⁰

1) Historia

a) Los orígenes de la criminalística: el legado de Hanns Gross

La odorología forense es heredera de una revolución en el pensamiento investigativo iniciada a finales del siglo XIX por el jurista y criminólogo austriaco Hanns Gross, reconocido como el "padre de la criminalística". En 1893, Gross publicó su obra *Manual para Jueces de Instrucción como Sistema de Criminalística*, donde acuñó por primera vez el término "Criminalística". El aporte de Gross fue abogar por la integración sistemática de la ciencia en la resolución de delitos, proponiendo que la investigación debía trascender la intuición y los testimonios para incorporar el análisis riguroso de la evidencia material. Promovió el uso de técnicas como la fotografía, la microscopía y la recolección metódica de indicios. Al establecer este marco, Gross sentó las bases que permitirían, décadas más tarde, considerar un rastro tan etéreo como el olor humano como una evidencia objetiva y analizable.

b) El desarrollo sistemático en la Unión Soviética

Aunque el uso de perros para rastreo es antiguo, la formalización de la odorología como una rama pericial se gestó en la antigua Unión Soviética. A partir de la década de 1960, la cátedra de criminalística de la Escuela Superior del Comité para la Seguridad del Estado (KGB) impulsó un proyecto de investigación para establecer un método fiable para el uso de huellas de olor humano con fines criminalísticos. Este esfuerzo condujo a la estandarización de metodologías de adiestramiento canino y protocolos de recolección de olores para la creación de un "banco de olores". El desarrollo de esta técnica dentro de una agencia de seguridad del Estado, y no de un sistema de justicia penal convencional, generó un escepticismo inicial en los sistemas judiciales de las democracias occidentales. Esto estableció un umbral de validación científica excepcionalmente alto para su admisión en tribunales, obligando a la disciplina a demostrar su fiabilidad a través de principios científicos universales para ganar legitimidad.

c) La tensión metodológica y la consolidación global

Desde sus inicios, la disciplina ha estado marcada por el debate entre la dependencia de un sensor biológico (el can) y la búsqueda de un método instrumental. Este dilema se evidenció con el trabajo de científicos como Andrew Dravnieks, quien en la década de 1980 desarrolló instrumentación para la comparación cromatográfica de olores (Dravnieks, 1985; Khan et al., 2007). A pesar de los avances en "narices electrónicas", ningún dispositivo ha logrado igualar la sensibilidad y fiabilidad del olfato canino en entornos operativos. El modelo que ha prevalecido y se ha expandido globalmente es el que utiliza al binomio canino-guía como una unidad de análisis validada por un protocolo estricto. Este enfoque ha sido adoptado en numerosos sistemas judiciales en Europa y América (Giménez Pérez, 2015). Investigadores como el Dr. Mario Rosillo en Argentina han sido fundamentales en la promoción de la validez científica de la disciplina, consolidándose como una autoridad mundial en la materia.

En el Perú, hasta hace poco, la odorología forense no estaba explícitamente mencionada en la legislación peruana, sin embargo, su admisibilidad se fundamentaba en los principios del Código Procesal Penal (CPP) de 2004; en el año 2021, en el reglamento del decreto legislativo N° 1219, decreto legislativo de fortalecimiento de la función criminalística policial; se inserta recién a la odorología forense como una especialidad forense, encargada de realizar reconocimiento molecular del olor humano, para

²⁰ Redactado por: Crnl. S. PNP Héctor Froilán Quiche Pichilingue y Cap. S. PNP Diego Antonio Tarrillo García

el reconocimiento e identificación de personas sujetas a examen pericial de criminalística, mediante el empleo del olfato de canes entrenados en la comparación de indicios moleculares de huellas olorosas, halladas en la escena del crimen y otros.

2) Definición

La odorología forense se define como una especialidad técnico-científica dentro de la criminalística, orientada a la identificación humana mediante el análisis del olor. Su propósito fundamental es vincular una huella de olor, obtenida en la escena de un delito o sobre un objeto de interés, con la persona específica que la originó (Hurtado Ambrosio, 2021). Esta disciplina va más allá de la simple detección de olores, pues comprende un sistema metodológico riguroso para la captación, preservación y posterior cotejo de estas trazas invisibles.

Diferentes expertos han contribuido a su conceptualización. Mario Rosillo, uno de los expertos en la materia, la describe como la disciplina que aborda "el estudio del mecanismo de formación de la huella olorosa, así como de los medios y métodos empleados para su captación, conservación y posterior comparación con las impresiones olorosas de los ciudadanos sospechosos de un delito investigado" (Rosillo, 2013, citado en Bello, 2017). Esta definición segmenta el campo de la odorología en tres fases operativas: el análisis de la formación del indicio, la estandarización de protocolos para su manejo y el procedimiento de comparación. Desde un enfoque operativo, se puede entender como la técnica criminalística que facilita la gestión de las huellas olorosas en el lugar de un crimen, permitiendo su recolección, almacenamiento y peritaje para demostrar la presencia de un individuo en el escenario delictivo (Álvarez, 2005).

Hay dos aspectos de suma importancia que sustentan el valor de la odorología; por un lado, el odorotipo humano, como una firma química individual; y por otro, los principios fundamentales y la persistencia del indicio en el tiempo.

a) El odorotipo humano: la firma química individual

El concepto central de la disciplina es la huella olorosa, conocida como odorotipo; la misma que se concibe como un indicio latente e invisible, formado por la transferencia de un complejo de moléculas odoríferas desde un cuerpo hacia una superficie (López, 2022). La composición de esta huella es una mezcla de ácidos grasos volátiles, aminoácidos y otros compuestos orgánicos derivados del metabolismo celular, la secreción de glándulas sebáceas y sudoríparas, y la descamación constante de células epiteliales (Bello, 2017). Se calcula que un individuo desprende cientos de millones de células cutáneas diariamente, y cada una de estas partículas transporta la firma olorosa de la persona (Yokouchi et al., 2016; Weschler et al., 2011).

El postulado clave de la odorología es que la composición de estos componentes es única, específica, irrepetible y persistente para cada ser humano, lo que la convierte en una firma química análoga a una huella dactilar o un perfil genético (Sosa y Soriano, 2018; Sanacore, 2024). Aunque factores exógenos como la dieta, el entorno, el estado de salud o el uso de cosméticos pueden añadir olores secundarios, la ciencia respalda la existencia de un "olor base" o núcleo odorífero determinado genéticamente, que se mantiene inalterado e identificable (Sosa y Soriano, 2018).

Esta diferenciación entre un "olor base" y los olores contaminantes es fundamental y se asemeja a otras disciplinas forenses. En un análisis de ADN, por ejemplo, una muestra puede contener perfiles genéticos de varias personas, pero la tarea del genetista es aislar el perfil de interés. De forma similar, el can entrenado en odorología no solo detecta la presencia de olor humano, sino que su adiestramiento le





permite discriminar el "olor base" específico (la señal) del ruido de fondo generado por olores ambientales (los contaminantes). Esta capacidad de discriminación es lo que confiere a la técnica su validez científica (Jenkins et al., 2018).

b) Principios fundamentales y persistencia del indicio

La odorología forense se basa en dos principios esenciales: la unicidad del odorotipo humano y la extraordinaria capacidad del olfato canino para detectarlo y diferenciarlo. La combinación de una firma química individual con un biosensor capaz de interpretarla valida el método. Una de sus ventajas operativas más destacadas es la notable persistencia del indicio. Bajo condiciones adecuadas de recolección y almacenamiento, una huella olorosa puede conservarse en un "banco de olores" por periodos de hasta cinco años sin perder su utilidad identificativa (Rosillo, 2013, citado en Bello, 2017; Álvarez, 2005).

Las muestras se recogen en gasas de algodón estériles que se sellan herméticamente en frascos de vidrio, creando un entorno controlado que minimiza la degradación de los compuestos orgánicos. Esta capacidad de archivo a largo plazo convierte a la huella olorosa en un activo de inteligencia estratégico. Permite la reapertura y resolución de casos antiguos a medida que surgen nuevos sospechosos (Álvarez, 2005). Una huella olorosa de una escena de crimen sin resolver puede ser almacenada y, años después, cotejada con la impronta de un individuo detenido por otro delito. De esta manera, el banco de olores funciona de forma análoga a una base de datos de ADN o huellas dactilares, ofreciendo la posibilidad de vincular a delincuentes seriales a través del tiempo.

Por otro lado, es importante revisar los fundamentos biológicos, anatómicos y fisiológicos del olfato canino:

i) El can como biosensor de alta precisión

La elección del can como el "instrumento" central de la odorología se fundamenta en evidencias biológicas que demuestran la superioridad de su sistema olfativo. Para su validez en un tribunal, es crucial entender al perro no como un "testigo", sino como un biosensor o detector biológico de alta precisión. Su respuesta en una rueda de reconocimiento es el resultado de un proceso de cotejo molecular. Esta superioridad se puede cuantificar mediante una comparación directa con las capacidades humanas:

- (1) Número de receptores olfativos: mientras que los seres humanos poseen aproximadamente 6 millones de receptores olfativos, los caninos cuentan con entre 220 y 300 millones.
- (2) Área del epitelio olfatorio: el área de tejido responsable de captar las moléculas de olor en humanos es de aproximadamente 4 a 5 cm² (Castillo, 2021; Quignon et al., 2003). En un can, esta superficie se expande a entre 150 y 170 cm² (Castillo, 2021; MESARD, 2017). Esta vasta área, con una estructura compleja, optimiza la captura de odorantes (Yang et al., 2022).
- (3) Sensibilidad: estas diferencias anatómicas se traducen en una capacidad de detección exponencialmente mayor. Se estima que un can puede detectar ciertas sustancias en concentraciones de partes por trillón (ppt), mientras que el umbral humano se encuentra en el rango de las partes por millón (ppm) (Jenkins et al., 2018).

La siguiente tabla resume estas diferencias críticas:





Tabla 30

Comparativa de Capacidades Olfativas: Canino vs. Humano

Característica	Ser Humano	Can (Promedio)	Fuentes Científicas
Número de receptores olfativos	~6 millones	~220-300 millones	Castillo, (2021);
Área del epitelio Olfatorio	~4-5 cm ²	~150-170 cm ²	MESARD, (2017); Quignon et al., (2003)
Sensibilidad (umbral de detección)	Partes por millón (ppm)	Partes por trillón (ppt)	Jenkins et al., (2018)

Nota. Tomado de Jenkins, DeChant y Perry (2018). When the nose doesn't know: The current state of biological security and the role for detection canine olfaction. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 56.

3) Importancia

El valor principal de la odorología radica en su capacidad para trabajar con un indicio latente e imperceptible. En la investigación criminal, donde los autores de delitos suelen tomar precauciones para no dejar rastros visibles como huellas dactilares o material genético, el olor humano emerge como una evidencia de gran potencial. La disciplina, en esencia, materializa el principio de intercambio de Locard a nivel molecular, al postular que todo contacto genera un rastro, incluso si este es invisible para los sentidos humanos (Castillo, 2021). De este modo, la odorología expande la ciencia forense hacia una nueva dimensión sensorial y molecular, convirtiendo un elemento efímero en una prueba tangible y analizable para el sistema de justicia.

Asimismo, la odorología cobra importancia al ser considerada como una prueba indiciaria robusta; pues, en el proceso penal, el dictamen odorológico se constituye como un indicio relevante, capaz de establecer un nexo entre el sospechoso y la escena del crimen (Rodríguez Monserrat y Ríos Corbacho, 2020). Su fuerza probatoria aumenta cuando se corrobora con otros indicios. La jurisprudencia ha establecido que para desvirtuar la presunción de inocencia se requiere una pluralidad de indicios convergentes (Rodríguez y Ríos, 2020). En este contexto, la odorología puede ser el indicio clave que otorga solidez a un conjunto de pruebas circunstanciales.

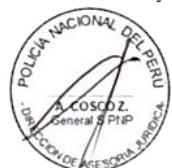
4) Actividad pericial

a) Implicaciones legales y científicas del empleo de la odorología forense

La caracterización del can como un biosensor tiene profundas implicaciones legales. Un sistema de justicia es escéptico ante la evidencia de un animal, ya que no puede ser interrogado. Al redefinir su rol, el escrutinio judicial se desplaza del animal al proceso científico que lo rodea.

El perito humano es quien testifica, no el perro. Su función es explicar y defender la fiabilidad del "instrumento" y la validez del procedimiento. Su testimonio se centra en:

- i) La calibración del instrumento: corresponde al riguroso proceso de selección, entrenamiento y certificación del binomio. El entrenamiento asegura que la "marcación" (ejemplo: sentarse) sea una respuesta condicionada y objetiva (Policía de Río Negro, 2022).



ii) El protocolo experimental: se refiere a la metodología de la rueda de reconocimiento, incluyendo el uso de distractores, la aleatorización y la aplicación de protocolos de doble ciego para eliminar sesgos.

iii) La lectura del resultado: el perito informa sobre la respuesta del biosensor como un dato objetivo, análogo al resultado de un equipo de laboratorio.

Este enfoque transforma la evidencia odorológica de un testimonio animal a un resultado pericial científico, sujeto a los mismos estándares de validación que cualquier otra disciplina forense.

b) Aplicaciones estratégicas en la investigación criminal

La odorología ofrece soluciones en escenarios donde las técnicas tradicionales son insuficientes. Su aplicación es vital en delitos como:

i) Robos y hurtos: cuando los autores usan guantes, la huella olfativa en herramientas puede ser el único indicio.

ii) Delitos contra la libertad sexual: si el agresor usa preservativo y no deja ADN, el olor en la ropa de la víctima puede ser crucial.

iii) Homicidios y secuestros: el olor del autor puede quedar en el arma o en el vehículo utilizado.

iv) Terrorismo: la identificación de los manipuladores de artefactos explosivos es una aplicación de alto impacto.

Figura 482

Can entrenado en escena del crimen.



Nota. Fuente: Google. (2025). [Imagen generada por IA]. Gemini.



c) **Fiabilidad**

La odorología forense se ha consolidado como una disciplina técnico-científica rigurosa. Su validez se apoya en la unicidad del odorotipo humano y en la capacidad biológica del can, que funciona como un biosensor de alta precisión. La fiabilidad de la prueba se construye a través de la aplicación estricta de un protocolo estandarizado, que abarca desde la recolección aséptica de la muestra hasta la ejecución de una rueda de reconocimiento en condiciones controladas. La implementación de metodologías como el protocolo de doble ciego es crucial para eliminar el sesgo y elevar el procedimiento al más alto estándar de objetividad científica. En definitiva, la odorología forense, ejecutada con rigor metodológico, representa una herramienta indispensable para la investigación criminal moderna.

d) **Aplicación de protocolos**

La fiabilidad de la odorología depende de la aplicación estricta de un protocolo estandarizado en cada fase. Un error en cualquier punto del proceso puede comprometer el resultado.

i) **Fase I: intervención en la escena del crimen (búsqueda, fijación y recolección de indicios odoríferos)**

El trabajo en la escena del crimen es crucial. La primera acción es asegurar la escena para prevenir la contaminación. El perito debe realizar una inspección metódica para identificar potenciales fuentes de olor, centrándose en objetos de contacto directo o prolongado. Cada indicio debe ser fijado mediante descripción escrita, fotografía y planimetría. La recolección se realiza con material estéril para evitar la contaminación cruzada.

El protocolo estandarizado para la recolección de la huella olorosa en campo, debe comprender: selección del indicio, preparación del material, colocación y aislamiento, tiempo de impregnación, recolección, embalaje y sellado; así como el etiquetado y registro. Asimismo, se debe establecer la cadena de custodia como garantía de integridad. Desde su recolección, la muestra debe ser sometida a un riguroso registro de cadena de custodia. Cada traspaso debe ser documentado para garantizar que la muestra analizada es la misma que se recolectó y que no ha sido alterada, un requisito fundamental para su admisibilidad en juicio.

ii) **Fase II: obtención de muestras indubitadas de comparación**

Para el cotejo, es necesario obtener una muestra de olor indubitada del sospechoso y de varios "distractores". Este procedimiento no invasivo requiere autorización judicial. Se solicita al individuo que sostenga una gasa estéril durante 15 a 20 minutos (Policía de Río Negro, 2022). Luego, las gasas se embalan individualmente siguiendo el mismo protocolo de cadena de custodia.

iii) **Fase III: análisis comparativo en laboratorio (La rueda de reconocimiento de olores)**

Esta fase se realiza en un laboratorio aislado y libre de contaminantes. Para alcanzar el máximo nivel de objetividad científica, la aplicación de un protocolo de doble ciego es fundamental. Este método, considerado el "estándar de oro" en la investigación científica, previene que los resultados se vean influidos por el sesgo del observador. En odorología, un protocolo de doble ciego implica que ni el perito guía ni el can conocen cuál de los frascos contiene la muestra del sospechoso. Un tercer perito prepara la línea y registra la posición de la muestra. De este modo, se elimina la posibilidad de que el guía transmita señales sutiles al can. La implementación del doble ciego es la refutación científica a esta objeción, elevando la fiabilidad del procedimiento al nivel de un experimento controlado (Montes et al., 2024).



Figura 483*Análisis comparativo en laboratorio.*

Nota. Rueda de reconocimiento de olores. Fuente: Google (2025). [Imagen generada por IA]. Gemini.

iv) Fase IV: formulación del dictamen pericial odorológico

El dictamen pericial comunica los resultados a la autoridad. Debe ser redactado con un lenguaje claro y objetivo. Su estructura debe incluir:

- (1) Parte introductoria: datos del caso, peritos, objeto de la pericia y muestras recibidas.
- (2) Parte descriptiva y metodológica: descripción de las muestras y de los procedimientos realizados, incluyendo la identificación de los canes y si se aplicó un protocolo doble ciego.
- (3) Resultados: exposición objetiva de los hallazgos, describiendo la acción del can.
- (4) Conclusiones: respuesta directa y categórica al objeto de la pericia (ejemplo: "Existe correspondencia de identidad odorífica...").

Todo el procedimiento debe ser grabado en video para garantizar la máxima transparencia.



3.2.19. Psicología forense²¹

1) Historia

La psicología forense, surge como disciplina a partir de los primeros aportes de la psicología aplicada al ámbito judicial en Europa, entre finales del siglo XIX e inicios del siglo XX. Autores como Gross (1897) con su obra *Kriminalpsychologie* y Münsterberg (1908) con *On the Witness Stand* sentaron las bases de una psicología orientada al análisis del testimonio, la credibilidad y la conducta delictiva. Asimismo, figuras como Cesare Lombroso (1876) en Italia y Alfred Binet (1900) en Francia realizaron contribuciones pioneras vinculadas al estudio del delincuente y la psicología del testimonio, consolidando el campo forense como puente entre la psicología y el derecho (Contreras et al., 2018). Durante el siglo XX, la especialidad adquirió reconocimiento jurídico con hitos como el caso *Jenkins vs. United States* (1962), en el que se aceptó el testimonio experto de un psicólogo como prueba válida ante tribunales estadounidenses, consolidando el valor probatorio de la evaluación psicológica forense (Bartol y Bartol, 2012).

En el Perú, la psicología forense se institucionaliza en la Policía de Investigaciones del Perú (PIP) en el año 1988, iniciando sus labores dentro del área de criminalística; proyecto impulsado por el Coronel PIP Luis Muñoz Marín, con la participación de psicólogos como Humberto Hidalgo Jiménez, Nelly Nicho Villar y Herman Paima Olivares, por lo que se les considera pioneros de esta especialidad en el país. Ese mismo año, el Decreto N°172 del 16 de junio de 1988, emitido por la Dirección de la Policía Técnica, autorizó formalmente la incorporación de la especialidad de psicología forense en la estructura orgánica de la Dirección de Criminalística de la PNP. Desde entonces, la psicología forense en la PNP ha cumplido más de tres décadas de desarrollo institucional, caracterizándose por la formación especializada de sus profesionales, la integración a equipos multidisciplinarios de investigación criminal y la consolidación de procedimientos técnico - científicos que garantizan la calidad de los peritajes psicológicos forenses.

2) Importancia

La psicología forense cumple un rol fundamental dentro de la criminalística de la Policía Nacional del Perú, en tanto aporta un enfoque científico para el análisis del comportamiento humano en relación con el delito. Su importancia radica en que provee información especializada, objetiva y verificable que permite comprender las motivaciones, estados mentales y condiciones psicológicas de investigados, víctimas y testigos, contribuyendo al esclarecimiento de los hechos y a la búsqueda de la verdad material. En el ámbito pericial, esta especialidad fortalece la función policial al brindar a los órganos de justicia peritajes psicológicos que explican factores como la credibilidad del testimonio, la afectación psicológica en víctimas, el perfil del agresor, la capacidad de imputabilidad, la propensión a la reincidencia o los estilos de afrontamiento frente a la conducta delictiva. Con ello, facilita la toma de decisiones judiciales más justas, informadas y ajustadas a la realidad psicosocial de los involucrados.

La importancia doctrinaria de la psicología forense también se refleja en la necesidad de especialización y actualización constante de sus profesionales. Como señalan Arellano y Rivera-Heredia (2021), la práctica forense se caracteriza por enfrentar dilemas éticos y metodológicos específicos, lo que exige peritos altamente capacitados, objetivos y con sólida formación en ética profesional. Desde esta perspectiva, la psicología forense en la PNP no solo tiene un valor probatorio, sino que también humaniza

²¹ Redactado por: Crnl. S. PNP Héctor Froilán Quiche Pichilingue; MAY. S PNP. Carlos Martín Carrion Mendoza; Cap. S. PNP Diego Antonio Tarrillo García; Cap. S. PNP Danny Mitsuo Sandívar Tanaka; ST3 PNP Milagros Karina Coaguila Valdivia; ST3 PNP Sandra Haydeé Romero Rodríguez y ST3 PNP Marilia Tessy Espinoza Mora



la justicia, pues permite que las resoluciones legales consideren la dimensión psicológica de las personas. Al hacerlo, protege los derechos fundamentales y garantiza un equilibrio entre la investigación criminal y la dignidad humana. En síntesis, la importancia de la psicología forense en el campo de la criminalística reside en su capacidad de integrar el conocimiento psicológico al proceso de investigación policial y judicial, convirtiéndose en una herramienta indispensable para la administración de justicia y para el fortalecimiento institucional de la PNP.

3) Actividad pericial

La labor de la psicología forense en la Policía Nacional del Perú se materializa en un conjunto de actividades periciales orientadas a la evaluación técnica de personas y situaciones vinculadas a la investigación criminal. Estas actividades constituyen procedimientos estandarizados que permiten describir, analizar e interpretar la conducta humana desde un enfoque científico, en concordancia con los requerimientos de los órganos de justicia; entre ellas, destacan: la evaluación psicológica en personas (investigados, víctimas y testigos), la aplicación de técnicas de análisis retrospectivo en casos de muerte dudosa, así como la elaboración de perfiles psicológicos en el marco de hechos delictivos específicos.

a) Evaluación psicológica forense en personas

Constituye la actividad principal de la especialidad, y tiene como finalidad proporcionar al sistema de justicia información técnica y objetiva acerca de los aspectos psicológicos relevantes de un individuo, en el contexto de una investigación criminal o proceso judicial. Este procedimiento se caracteriza por su: carácter científico y metodológico, pues se basa en la aplicación de entrevistas forenses, pruebas psicométricas y técnicas de observación conductual; respaldadas por evidencia empírica y validadas en el ámbito pericial; por su finalidad probatoria, pues busca determinar el estado mental, las características de personalidad, los indicadores de credibilidad testimonial, las posibles afectaciones psicológicas derivadas de un hecho delictivo y otros aspectos pertinentes para la toma de decisiones judiciales; por su ámbito de aplicación, focalizado en investigados, para valorar su capacidad de imputabilidad, peligrosidad o propensión a la reincidencia; a víctimas, para identificar la afectación psicológica y el impacto emocional del delito; y a testigos, con el fin de analizar su credibilidad y competencia testimonial; finalmente, por su neutralidad e imparcialidad, pues el informe pericial debe elaborarse de manera objetiva, sin sesgos personales, políticos o institucionales, constituyendo un insumo técnico que coadyuva a la administración de justicia.

La evaluación psicológica forense en personas adquiere especial relevancia porque traduce el conocimiento psicológico en un dictamen pericial comprensible para jueces, fiscales y policías; fortaleciendo la investigación criminal. Tal como señalan Echeburúa y Corral (2007), este tipo de evaluaciones permiten describir, explicar y predecir la conducta humana en contextos delictivos, siendo una herramienta esencial para el esclarecimiento de los hechos.

i) Importancia

Constituye un procedimiento esencial dentro de la criminalística, ya que permite a las autoridades de justicia comprender el comportamiento humano en el marco de hechos delictivos desde una perspectiva científica. Mediante el informe pericial psicológico, el especialista determina aspectos relevantes como el estado mental y cognitivo, el perfil de personalidad, el perfil psicosexual, el estado emocional, la credibilidad testimonial y las posibles secuelas psicológicas. Estos elementos se analizan de acuerdo con el requerimiento específico de la autoridad solicitante y considerando las características propias de la persona evaluada, ya sea adulto o menor de edad. De esta manera, la





evaluación psicológica forense se convierte en una herramienta técnica de valor probatorio, contribuyendo a la búsqueda de la verdad material y al fortalecimiento de la investigación criminal.

ii) Actividad pericial

La actividad pericial en psicología forense es un proceso técnico y metodológico que exige rigurosidad científica y ética. Consiste en la aplicación de entrevistas especializadas, pruebas psicométricas, observación conductual y análisis documental; con el fin de recabar, contrastar e interpretar información psicológica relevante en un contexto legal. Este procedimiento se desarrolla siguiendo criterios de objetividad, imparcialidad y validez científica, de modo que los resultados obtenidos sean confiables y útiles para las autoridades judiciales y policiales. El psicólogo forense, en su rol pericial, no solo interpreta datos, sino que los traduce en un dictamen claro, técnico y comprensible, el cual se incorpora a la investigación criminal como insumo fundamental para la administración de justicia.

iii) Tipos de evaluación

(1) Evaluación a presuntos agresores

(a) Perfil del agresor por violencia familiar

Existen diversos factores que contribuyen a que una persona adopte conductas violentas, los cuales son principalmente de índole psicológico y social. El agresor suele carecer de autocontrol y actúa de forma impulsiva. Esta conducta puede ser el resultado de experiencias violentas durante la infancia que dejaron huellas en la persona. Además, factores como la presión social y el estrés también pueden influir en la aparición de la violencia. Los problemas económicos representan una de las principales fuentes de tensión que desencadenan conductas violentas. Algunas teorías sugieren que, cuando los hombres no logran generar suficientes recursos para sustentar a su familia, recurren a la violencia como una forma de demostrar su virilidad, ya que no han encontrado otra manera de hacerlo. Otras teorías, por su parte, sostienen que cuando existe un equilibrio en el poder y la preparación de ambos miembros de la pareja, se reduce considerablemente el riesgo de violencia doméstica.

Para López (2024), no existe una única causa que explique el comportamiento del agresor en casos de violencia de género. Más bien, se trata de una combinación de factores que interactúan de manera particular en cada individuo, dando lugar a diversas manifestaciones de maltrato. En un estudio sobre varones que ejercen violencia contra las mujeres, Echeburúa y Amor (2016) identificaron como trastornos más relevantes el consumo problemático de alcohol y drogas, los celos patológicos y distintos trastornos de personalidad como los de tipo antisocial, límite, narcisista y paranoide. También señalaron importantes carencias psicológicas, entre ellas, el escaso control de la ira, dificultades emocionales, distorsiones cognitivas, baja autoestima y deficiencias en habilidades comunicativas y en la resolución de problemas.

De manera similar, en una investigación anterior, Echeburúa et al., (2009) demostraron la existencia de distintos perfiles de hombres violentos como aquellos cuya agresividad se limita al entorno familiar, los que presentan rasgos borderline o disfóricos, y los agresores antisociales o con violencia generalizada. Los peritos psicólogos forenses analizan la conducta y el relato, con el fin de identificar factores de riesgo, patrones de conducta violenta y propensión a reincidencia. Entre las características más comunes se encuentra



la falta de empatía, la dificultad de crear vínculos emocionales saludables y la tendencia a la manipulación emocional; sin embargo, también pueden mostrar dificultad en el control de los impulsos y los antecedentes de violencia.

Figura 484

Entrevista psicológica forense



Nota. Perito psicóloga forense entrevistando a presunto autor por violencia familiar con el objetivo de identificar rasgos de personalidad.

Se debe considerar dentro del perfil de personalidad: rasgos de personalidad, estilos de afrontamiento, regulación emocional, relaciones interpersonales, juicio y pensamiento; así como autoconcepto y autoestima.

Asimismo, algunos rasgos de personalidad están caracterizados por: falta de control de impulsos, ejercen control y descontrol sobre sí mismo, falta de empatía, dificultades de expresión emocional, carencia afectiva, aislamiento social y emocional, baja autoestima, rasgos asociados a la dependencia y ansiedad, inestabilidad emocional, miedo a la pérdida y al abandono; distorsiones cognitivas (percibir como inferior a la mujer y uso de la violencia como forma de solucionar los conflictos); así como, la incapacidad para resolver problemas adecuadamente.

(b) Perfil del agresor sexual

El término "agresor sexual" se refiere a aquel individuo que lleva a cabo actos de agresión sexual contra otra persona, mediante el uso de manipulación, coerción o fuerza, con el fin de involucrarla en actividades sexuales sin su consentimiento; aprovechando su edad, situación de vulnerabilidad o incapacidad para otorgarlo (Redondo y Mangot, 2017). Por otro lado, la agresión sexual comprende diversas conductas sexuales no deseadas o no consentidas, que van desde el contacto físico forzado, los tocamientos inapropiados y la violación; hasta manifestaciones como el acoso sexual, el exhibicionismo o la explotación sexual (Cromer y Goldsmith, 2010).

Cabe destacar que este tipo de conducta constituye una forma de violencia y una violación de los derechos sexuales y personales de la víctima. Además, es fundamental no confundir los conceptos de "agresor sexual" y "agresión sexual" con la identidad de la persona, ya que ambos hacen referencia a conductas específicas y no definen a la totalidad del individuo (Soria y Hernández, 1994). Por otro lado, la personalidad de los agresores sexuales de menores hace referencia a los rasgos y características psicológicas que pueden observarse en este grupo, incluyendo patrones estables de pensamiento,





emociones y conductas que determinan su forma de interactuar con el entorno y con otras personas (Clayton et al., 2018).

Cabe señalar que no existe evidencia concluyente sobre un perfil de personalidad único aplicable a todos estos agresores, ya que cada individuo presenta particularidades propias. No obstante, diversas investigaciones han identificado ciertos rasgos recurrentes en algunos casos (Ferragut et al., 2021). Entre estas características se encuentran, una escasa empatía y la falta de preocupación por el sufrimiento de las víctimas, así como dificultades para reconocer o comprender el daño que provocan (Hemmati et al., 2021). También se observa una tendencia al control, reflejada en la necesidad de ejercer poder y dominio en sus relaciones sexuales con menores, recurriendo a la manipulación (Martínez-Catena & Redondo, 2016). A ello se suman problemas de autorregulación emocional, ya que algunos agresores presentan dificultades para manejar sus emociones, lo cual puede traducirse en impulsividad, ira o una gestión inadecuada de la frustración (Tharshini et al., 2021).

Redondo et al. (2014) señalan en su estudio varias teorías que indican que el entorno en el que se ha desarrollado el agresor, influye en su futura implicación en conductas de agresión sexual. Entre los factores identificados se encuentran: experiencias traumáticas durante la infancia o adolescencia, estilos de crianza negligentes y falta de vínculo emocional, carencias afectivas y comunicativas, una sexualización excesiva de sus emociones y comportamientos, mayor vulnerabilidad psicológica, presencia de problemas internalizantes, exposición temprana a la sexualidad, experiencias traumáticas de tipo sexual con contenido violento o con participación de menores, y dificultades para desarrollar inhibiciones ante conductas sexuales debido a vivencias anómalas, ya sean propias u observadas.

Según Ferragut et al. (2021), los abusadores más frecuentes en casos de abuso infantil suelen ser adultos conocidos, adultos desconocidos y otros menores. Estas situaciones de abuso suelen ocurrir dentro de contextos familiares disfuncionales, caracterizados por factores como la separación de los padres, la presencia de trastornos psicológicos en los progenitores y otras formas de maltrato infantil, como el abuso físico y la negligencia (Losada y Jursza, 2019).

Cloninger (2008) plantea que la manera en que una persona: percibe, piensa, comprende y razona, está profundamente vinculada con su forma de interactuar y comportarse en el ámbito social. En este sentido, la personalidad del agresor juega un papel clave en estos patrones conductuales. Redondo-Illescas (2017) indica que las experiencias tempranas relacionadas con el afecto, la atención y el tipo de control ejercido por padres o cuidadores influyen directamente en la aparición de conductas desadaptativas en agresores sexuales hacia niños, niñas y adolescentes. Es decir, el desarrollo de una personalidad adaptativa y flexible o, por el contrario, inadaptada y rígida, dependerá de las vivencias personales.

Asimismo, existe la creencia de que los violadores poseen rasgos o trastornos psicopáticos; sin embargo, esta idea no siempre se ajusta a la realidad, ya que en muchos casos los agresores provienen del propio entorno familiar de la víctima (Ferragut et al., 2021). Por su parte, Ortiz-Tallo et al. (2002) señalan que los delincuentes sexuales de menores suelen presentar rasgos de personalidad como dependencia, fobia y compulsividad. Además, investigaciones adicionales han identificado una elevada prevalencia de características



asociadas a la personalidad antisocial (67%) y a la psicopatía (13,4%). Ambos perfiles están vinculados a factores históricos de riesgo, como antecedentes de violencia, consumo de sustancias e impulsividad (León-Mayer et al., 2014). Asimismo, Tuya y Florentini (2022), identificó un predominio de patrones de personalidad como el evitativo, narcisista y autoderrotista. Asimismo, se observó la presencia de patología paranoide, trastornos de ansiedad, dependencia de alcohol y drogas, así como un trastorno severo caracterizado por episodios de desborde delirante.

Los peritos psicólogos forenses realizan la evaluación psicológica forense con el fin de entender su desarrollo sexual, identidad, orientación, intereses, comportamientos y posibles desviaciones o disfunciones. Estos serán patrones de comportamiento sexual donde la pedofilia, exhibicionismo, voyeurismo, fetichismo, sadismo, frouterismo, son los más frecuentes. Para ello, se consideran:

- Aspectos que se evalúan para caracterizar el perfil del agresor: historia del desarrollo sexual, identidad y orientación sexual, intereses y fantasías sexuales, comportamientos sexuales actuales y pasados, control de impulsos sexuales, actitud hacia el sexo, la pareja y consentimiento; y, factores de riesgo de reincidencia sexual.
- Factores de riesgo y la agresión sexual: la presencia simultánea de varios factores de riesgo en una persona indica una mayor posibilidad de que se involucre en conductas antisociales. No obstante, esto no significa que inevitablemente participe en ellas. Estos factores no son causas directas ni actúan de manera independiente, sino que se relacionan e influyen entre sí.

Tabla 31

Factores relacionados con la conducta de agresión sexual

Factores	Descripción
Individuales	Tendencias impulsivas y antisociales, consumo de sustancias psicoactivas, fantasías sexuales coercitivas y otras actitudes y creencias que apoyen la violencia sexual, preferencia por las relaciones sexuales impersonales, la animadversión hacia el género femenino, historia personal en la infancia marcada por la violencia sexual y violencia familiar, entre otros.
Relativos a las relaciones	Relaciones con amigos delincuentes y sexualmente agresivos, relación patriarcal, ámbitos familiares carentes de contención emocional, el vínculo a parejas agresivas, la ausencia de apoyo en el ámbito familiar o la escasez de recursos y agresiones físicas, entre otros.
Relacionados con la comunidad	Escasez de oportunidades laborales, falta de apoyo del sistema judicial y/o policial, el tipo de tolerancia a la agresión sexual por parte de la sociedad, falta de sanciones contundentes ante tales hechos, entre otros.
Sociales	Equidad de género, la sumisión sexual, la supremacía del hombre sobre la mujer, elevada estadística de criminalidad y otras formas de violencia, entre otros.

Nota. Factores vinculados a la conducta de agresión sexual. Tomado de Contreras et al (2018) y de Morillas-Fernández et al (2011).

Existen diversos factores de riesgo que pueden incidir en la conducta delictiva de un individuo, los cuales suelen estar interrelacionados. Estos factores actúan como indicadores de posibles comportamientos que podrían culminar en delitos de agresión sexual.



(c) Perfil del delincuente común

Jiménez (2009) señala que en la actualidad se ha dejado de utilizar el término "delincuencia" y el de "psicopatía", en favor al trastorno antisocial de la personalidad, el cual se define con base en criterios conductuales establecidos por el DSM-V. Esto ha generado una tendencia a abandonar el concepto tradicional de "personalidad criminal", que ha sido reemplazado progresivamente por expresiones como "personalidad con alto riesgo delictivo" o simplemente por el trastorno antes mencionado. Existe un consenso entre los investigadores contemporáneos en que ciertos rasgos de personalidad pueden aumentar la probabilidad de que una persona incurra en conductas delictivas. No obstante, se reconoce que estas conductas también están influenciadas por factores del entorno, tales como el contexto social, la estructura familiar, la situación económica y condiciones particulares o ambientales.

En este sentido, se identifican rasgos de personalidad específicas que podrían actuar como predisponentes hacia el comportamiento delictivo. Entre ellos destacan: impulsividad, escasa adaptación social, agresividad, inmadurez, egocentrismo, inestabilidad emocional, falta de empatía, baja autoestima, irresponsabilidad, labilidad emocional, rechazo a la autoridad, deficiente control de impulsos, sensación de culpa reducida, percepción distorsionada de los demás, negativismo, hostilidad persistente; entre otras. Es importante aclarar que no todos los actos delictivos implican violencia, como ocurre con delitos en los que la víctima ni siquiera percibe la agresión (por ejemplo, el hurto discreto de una cartera). Del mismo modo, no toda persona que ejerce violencia puede ser calificada como delincuente, como sucede en ciertos episodios de violencia familiar que no se judicializan. Por tanto, no es posible definir un perfil psicológico único y preciso del delincuente.

De acuerdo con la clasificación propuesta por Jiménez (2009), los delincuentes se pueden agrupar en tres categorías:

- Delincuentes primarios: son personas que cometen un delito de forma aislada y en circunstancias excepcionales, como puede ser un crimen pasional o un homicidio involuntario. Su ingreso en prisión representa un evento traumático y significativo; suelen aprovechar su estancia para superarse (por ejemplo, mediante estudios) y rara vez reinciden; existe, en algunos casos, riesgo de suicidio.
- Delincuentes ocasionales: aunque en general viven dentro de los márgenes legales, cuando se presenta una oportunidad favorable, transgreden la ley. Por lo común, minimizan la gravedad de sus acciones y no manifiestan una conciencia clara del daño causado.
- Delincuentes habituales: representan el grupo más persistente, ya que hacen del delito su forma de vida. Por lo general, presentan serias deficiencias en su formación personal, social y educativa. Suelen justificar su detención como una cuestión de mala suerte y encuentran en la actividad delictiva más gratificaciones que en una vida normativamente estructurada. En muchos casos, la exclusión social es tan profunda que no conocen otra manera de vivir.

(d) Perfil del extorsionador

El extorsionador presenta un perfil psicológico característico, que puede ser inferido a partir de ciertos rasgos comunes. Uno de los aspectos más notorios es la carencia de una orientación moral definida; es decir, estas personas no distinguen claramente entre el bien





y el mal, y llegan a convencerse de que sus acciones son legítimas o justificadas. Esta amoralidad los lleva a actuar sin remordimiento alguno, ignorando el sufrimiento que causan. Otro rasgo predominante es la crueldad, evidenciada en la ausencia de empatía hacia los demás. El extorsionador puede ser capaz de provocar daño emocional o psicológico con tal de conseguir sus objetivos. Además, la inmadurez y la falta de juicio racional también son comunes en este tipo de delincuentes, lo que se traduce en comportamientos impulsivos y sin consideración por las consecuencias a largo plazo.

También se observa una debilidad en su estructura de carácter, ya que suelen justificar su conducta delictiva como resultado de no tener la fortaleza suficiente para enfrentar las dificultades de manera adecuada. Asimismo, son individuos fríos y calculadores, capaces de mantener la calma incluso en situaciones de alta tensión, lo que les facilita manipular y dominar a sus víctimas. Existen diversos factores de riesgo que influyen en la comisión del delito de extorsión, tales como la búsqueda de ingresos fáciles, la precariedad laboral, la baja remuneración, el entorno delincuencia, el escaso nivel educativo, la carencia de valores, el deseo de experimentar situaciones riesgosas y la ambición de poder. Norza et al., (2016) sostienen que la extorsión tiene un origen multicausal, derivado de una combinación de racionalidad, ambición económica y percepción de bajo riesgo al obtener dinero de forma ilícita. A ello se suman tres componentes esenciales: la voluntad de delinquir, el conocimiento técnico necesario y la capacidad para controlar las emociones durante el acto delictivo.

Todo esto lleva a concluir que el delito de extorsión puede ser cometido por cualquier persona con aproximación a dichos rasgos de personalidad descritos anteriormente, ya que no exige una logística compleja. Esta accesibilidad ha facilitado la participación voluntaria de adolescentes en este tipo de crímenes. En muchos casos, la conducta extorsiva surge como una respuesta a la frustración o ansiedad provocadas por las dificultades económicas o bien como un medio de ejercer dominio sobre otros, mediante la imposición del miedo y la exigencia de dinero como forma de "reparación" simbólica.

Por tanto, se puede perfilar al extorsionador como una persona con rasgos de amoralidad, falta de empatía, posible trastorno de la personalidad antisocial, inmadurez emocional, tendencia a la frustración, percepción distorsionada de la realidad, comportamiento manipulador y calculador, con posibles antecedentes de conflictos durante la infancia, ambiciones desmedidas y proveniente de un entorno familiar disfuncional (Bolvito, 2017).

(e) Perfil del sicario

La aparición del sicariato en nuestro país se explica por la interacción de factores tanto psicológicos como ambientales que moldean la estructura mental, los valores y las motivaciones del sicario. Ruiz-Vázquez et al (2017), mencionan que, en cuanto a los aspectos psicológicos, estos varían según el tipo de sicario; aunque no existen perfiles totalmente puros, sí se pueden identificar ciertos rasgos y patrones predominantes en cada caso. Siguiendo la tipología de Hare (1984) sobre conducta psicopática, podemos distinguir dos grandes grupos: por un lado, el sicario marginal y el sicario antisocial, quienes presentan principalmente alteraciones en el comportamiento. Estos sicarios se caracterizan por conductas antisociales, impulsivas y desviadas, pero aún conservan la capacidad de establecer vínculos afectivos y experimentar culpa o remordimiento.





Generalmente provienen de ambientes marginales y criminógenos con subculturas específicas, donde sus conductas antisociales se originan mayormente por factores ambientales. Por otro lado, están el sicario psicopático y el sicario sádico, quienes además de conductas antisociales, muestran importantes alteraciones afectivas. Estos individuos exhiben insensibilidad, arrogancia, egocentrismo, manipulación, ausencia de remordimientos, falta de empatía y una crueldad marcada en sus actos criminales. Su origen puede o no estar ligado a ambientes criminógenos, pero suelen tener en su historia familiar disfunciones en los apegos y experiencias de abuso o negligencia.

En cuanto a factores ambientales, la pobreza, la marginación, la falta de oportunidades laborales y la carencia de educación, sumados a una estructura cultural que valora el éxito económico, pero no ofrece medios legales para alcanzarlo, han llevado a que muchos jóvenes de clases menos favorecidas respondan a su frustración integrándose a grupos delincuenciales. Estos grupos les brindan, aunque sea temporalmente, acceso a bienes materiales y reconocimiento social que no encuentran por vías legales (Cid-Moliné y Larrauri-Pijoan, 2001; Cohen, 1955). Aunque ciertos rasgos de personalidad como baja tolerancia a la frustración, impulsividad, violencia reactiva, temeridad, aburrimiento y hedonismo pueden favorecer la conducta sicarial, es fundamental destacar que el contexto sociocultural tiene un papel decisivo, funcionando como un factor de riesgo o de protección en el desarrollo de este tipo de comportamiento.

(2) Evaluación a presuntas víctimas

La violencia ejercida contra las mujeres dentro de una relación de pareja es un fenómeno presente en todas las culturas y países, sin distinción de clase social o nivel económico. A nivel mundial, una de cada tres mujeres ha experimentado, al menos una vez en su vida, algún tipo de violencia sexual, física o psicológica por parte de su pareja. La violencia contra las mujeres se entiende como cualquier acto de agresión motivado por razones de género, con la intención de causar daño físico, psicológico, sexual o económico, e incluso la muerte (OMS, 2021). Según la Ley N°30364, esta violencia se manifiesta principalmente en cuatro formas: psicológica, física, sexual y económica.

En primer lugar, la violencia psicológica se refiere a cualquier acción que altere la estabilidad emocional de la persona, generando en la víctima sentimientos de desvalorización personal, los cuales pueden llegar a desencadenar incluso conductas suicidas. En segundo lugar, la violencia física comprende cualquier acto intencional de agresión cuyo propósito sea causar daño a la integridad corporal de la víctima, mediante el uso de la fuerza física o de algún objeto (Bonamigo et al., 2022). En tercer lugar, la violencia sexual se manifiesta en cualquier acción de índole sexual que atente contra la integridad, la libertad o la salud sexual de una persona.

Este tipo de violencia representa una forma de abuso de poder por parte del hombre hacia la mujer, reduciéndola a un objeto y atentando contra su dignidad (Bonamigo et al., 2022; Enríquez-Canto et al., 2020). Finalmente, la violencia económica se refiere a cualquier acción destinada a perjudicar la estabilidad financiera de una persona, con el propósito de ejercer control y restricción sobre ella (Cuevas et al., 2022).

En los últimos diez años, el análisis de la violencia en las relaciones de pareja ha experimentado avances significativos en cuanto a la explicación de dicho fenómeno. Inicialmente, los roles dentro de esta dinámica se limitaban a víctimas y agresores (López,





2013; Moral de la Rubia et al., 2011); sin embargo, con el progreso de las investigaciones, se han identificado otros tipos de participación, incluyendo el doble rol de víctima-agresor (Cheng et al., 2020; Javier et al., 2023; Théoret et al., 2021).

Más recientemente, se ha reconocido también la figura de los observadores como un rol pasivo en la violencia contra las mujeres (Vázquez-González et al., 2023); siendo niños, niñas y adolescentes quienes comúnmente ocupan este lugar como testigos de la violencia entre sus padres (OMS, 2019). Este papel expone a los menores a un mayor riesgo de involucrarse en relaciones violentas en su vida adulta, especialmente si crecieron en entornos familiares donde se normalizaba la violencia, presenciaban agresiones hacia sus madres, existía consumo de sustancias nocivas o predominaban creencias y prácticas sexistas (OMS, 2021).

Existen diversos factores de riesgo que aumentan la probabilidad de que las mujeres se conviertan en víctimas de violencia por parte de sus parejas. Entre ellos se encuentran, un bajo nivel educativo, carencias en habilidades socioemocionales especialmente en la toma de decisiones, haber crecido en contextos con creencias sexistas, experiencias de violencia durante la infancia, y antecedentes de relaciones afectivas marcadas por la violencia. Además, ciertas características de la pareja también representan un riesgo, como el consumo excesivo de alcohol, otras adicciones, el desempleo y actitudes machistas (Fabián et al., 2020; Illescas et al., 2018; Intriago-Hormaza y Maitta-Rosado, 2021; Mendoza-Luna, 2019; Bhona, 2020; Organización Mundial de la Salud [OMS] 2021).

Actualmente, los meta-análisis han mostrado que no existen diferencias significativas en la victimización y perpetración de violencia entre los géneros. Es decir, no se puede afirmar que solo las mujeres sean víctimas ni que los hombres sean exclusivamente los agresores. Se ha concluido que la violencia en las relaciones de pareja heterosexual es bidireccional, lo que significa que ambos miembros pueden desempeñar tanto el rol de víctima como de agresor (López et al., 2022). Esta forma de violencia, conocida como reciprocidad coercitiva, ocurre cuando en una pareja ambos participantes se infligen y reciben agresiones, las cuales escalan hasta convertirse en abuso (González, 2022).

(a) Teorías que respaldan el perfil psicológico de la víctima

En el análisis de la violencia psicológica, es fundamental integrar diversas perspectivas teóricas para comprender su complejidad y sus devastadoras consecuencias. La coherencia entre las teorías del trauma, las teorías de género y poder, y las teorías victimológicas nos permite abordar el maltrato psicológico crónico de manera integral, reconociendo su impacto profundo en la víctima. Tanto las teorías de la unión traumática (Dutton y Painter, 1981) como la del castigo paradójico y de intermitencia (Dutton y Golant, 1995), sostienen que en la relación de pareja hay una intermitencia entre el buen trato y el mal trato.

En efecto, numerosos estudios inciden en algunos puntos comunes que ayudan a comprender la permanencia en la relación: la intermitencia de la violencia, con el refuerzo positivo que proviene del mismo agresor, la dependencia material y emocional del mismo (como ocurre en los caos de víctimas de guerra o secuestros), la existencia de un vínculo afectivo con las creencias sobre el mismo y la teoría de la indefensión aprendida (Seligman, 1975). Cuando una persona se enfrenta a un acontecimiento que es independiente de sus respuestas, aprende que es incontrolable. La víctima se mantiene inmóvil dentro de la





relación, sin esperanza de que la violencia acabe y sin ver otras alternativas a las que pueda acceder.

(i) Teoría del ciclo de la violencia

De estas teorías partió Leonore Walker en 1979, para concluir que las actitudes pasivas de la mujer agredida se producían sólo después de haber ensayado activamente todo el repertorio de habilidades personales para defenderse y anticiparse a las agresiones. Como consecuencia, la mujer aprende que está completamente indefensa porque, haga lo que haga, el maltrato es imprevisible y continuará. Generalmente el maltrato no es continuo, sino que se alternan fases de agresión con las de cariño o calma. Es lo que L. Walker denominó "ciclo de la violencia", que nos ayuda a entender cómo se produce y se mantiene la violencia en la pareja. Este ciclo varía en intensidad, duración y frecuencia, pero con el tiempo el intervalo entre etapas se hace más corto.

1. Fase de acumulación de tensión (o construcción de tensión)

- Características: es un periodo en el que la tensión en la relación comienza a crecer. El agresor se vuelve irritable, frustrado, hostil o crítico. Puede haber pequeños incidentes de abuso verbal, emocional o incluso físico menor (menosprecios, sarcasmo, ira contenida, silencios prolongados).
- Comportamiento de la víctima: la víctima siente que está "caminando sobre cáscaras de huevo", tratando de anticipar y evitar que el agresor se enoje. Intenta calmar la situación, complacer al agresor, minimizar el problema y, a menudo, se siente culpable de la creciente tensión. La comunicación se deteriora.
- Sentimientos asociados: ansiedad, miedo, nerviosismo, confusión, angustia.

2. Fase de explosión de la tensión (o Incidente agudo de violencia)

- Características: la tensión acumulada se descarga en un episodio de violencia abierta y grave. Esto puede manifestarse como violencia física (golpes, patadas, empujones); verbal (insultos extremos, gritos); psicológica (humillación pública, amenazas serias); sexual o económica. Es la fase más corta pero la más intensa y peligrosa.
- Comportamiento del agresor: pierde el control de sus impulsos, descarga toda su ira y frustración. Puede buscar excusas o justificaciones para su comportamiento, culpabilizando a la víctima.
- Comportamiento de la víctima: se enfoca en sobrevivir al ataque. Puede intentar defenderse, escapar o, en ocasiones, someterse para que el incidente termine.
- Sentimientos asociados: miedo intenso, terror, shock, vergüenza, dolor físico y emocional. Es en esta fase cuando la víctima podría considerar buscar ayuda o denunciar.

3. Fase de luna de miel (o arrepentimiento y reconciliación)

- Características: después del incidente de violencia, el agresor muestra arrepentimiento, remordimiento y afecto excesivo. Pide perdón, promete que





nunca más volverá a suceder, hace regalos, se muestra amable y cariñoso. Puede justificar su comportamiento como algo que "no fue su intención" o culpar a factores externos o a la propia víctima.

- Comportamiento de la víctima: la víctima, agotada y emocionalmente vulnerable, desea creer en las promesas del agresor. Puede sentir esperanza de que las cosas cambiarán, amor renovado por el agresor (recordando los buenos momentos de la relación) y culpa por haber "provocado" el incidente. Esta fase refuerza el vínculo traumático y dificulta que la víctima abandone la relación.
- Sentimientos asociados: esperanza, alivio, amor, confusión, culpa.

(ii) Teorías victimológicas

Las teorías victimológicas se centran en la experiencia de la víctima, analizando cómo el proceso de victimización afecta su bienestar psicológico, social y legal. En el caso de la violencia psicológica, estas teorías destacan cómo el abuso erosiona progresivamente la autoestima y la autonomía de la persona.

1. Indefensión aprendida: la exposición repetida a situaciones en las que la víctima no puede controlar el comportamiento del agresor, y donde sus intentos de defenderse o escapar son infructuosos, puede llevar a la indefensión aprendida. La víctima internaliza la creencia de que no hay nada que pueda hacer para cambiar su situación, lo que paraliza su capacidad de acción y decisión.
2. Erosión de la autoestima: la constante desvalorización, críticas y humillaciones por parte del agresor destruyen la percepción positiva que la víctima tiene de sí misma. Se siente inadecuada, culpable, defectuosa e indigna, lo que dificulta su capacidad para tomar decisiones, confiar en su juicio y buscar ayuda.
3. Pérdida de autonomía: el control ejercido por el agresor limita la libertad de la víctima para tomar decisiones sobre su vida, sus relaciones, su trabajo y sus finanzas. Esto genera una dependencia progresiva y una sensación de impotencia, privándola de su capacidad de agencia.
4. Aislamiento social: el agresor a menudo aísla a la víctima de su red de apoyo, lo que agrava la pérdida de autonomía y dificulta la búsqueda de ayuda externa. La víctima se siente sola y sin recursos, lo que perpetúa el ciclo de abuso.
5. Impacto en la salud mental y física: las teorías victimológicas también reconocen los graves impactos en la salud mental (depresión, ansiedad, trastornos alimenticios, ideación suicida) y física (somatizaciones, estrés crónico) que la violencia psicológica puede generar.

La coherencia entre las teorías del trauma, las teorías de género y poder, y las teorías victimológicas es esencial para el abordaje de la evaluación psicológica forense de forma holística. Reconocer el maltrato psicológico como una experiencia traumática que afecta la neurología y la identidad, entenderlo como una táctica de control basada en desequilibrios de poder y roles de género, y analizar cómo erosiona la autoestima y la autonomía de la víctima, nos permite desarrollar intervenciones más efectivas.



(b) Perfil de la víctima

(i) Identificación de rasgos de personalidad

Un aspecto clave en la evaluación psicológica forense de personas en calidad de víctimas es el estudio de la personalidad, ya que esta refleja la forma en que se relacionan con su entorno social y constituye la base con la que enfrentan las situaciones de la vida.

Al llevar a cabo una evaluación psicológica en víctimas, es fundamental comprender que se están analizando rasgos de personalidad para identificar sus motivaciones y patrones de comportamiento más frecuentes en diferentes contextos. Estos patrones son los que les permiten afrontar las dificultades diarias y ayudan a interpretar sus reacciones frente al hecho denunciado, así como la manera en que perciben, piensan, sienten y se vinculan con su entorno y consigo mismas.

Dentro del ámbito forense, el análisis de la personalidad permite determinar si un hecho delictivo ha afectado o alterado esta estructura en la víctima, y hasta qué punto se ha visto comprometido su desarrollo personal. La evaluación incluye la exploración de sus hábitos, actitudes, emociones, conductas, procesos cognitivos, planes de vida y calidad de vida general. También abarca su adaptación al entorno sociocultural, su estado psicofisiológico (como la salud), la vivencia de su sexualidad, sus relaciones interpersonales (familiares, sociales y de pareja) y el modo en que satisface sus necesidades en cada una de estas esferas.

Además, permite conocer sus estrategias de afrontamiento, su capacidad para manejar la frustración, su nivel de impulsividad, su tolerancia a la demora y si sus decisiones se guían más por sus propias necesidades o por las exigencias del entorno social. Finalmente, se analiza el evento denunciado y la forma en que la persona reaccionó ante él, evaluando las consecuencias inmediatas y a largo plazo en su vida. Esto proporciona a la autoridad competente una visión integral de los efectos psicológicos del suceso, siempre considerando el contexto en que ocurrió y los factores que pudieron haberlo facilitado

Figura 485

Entrevista psicológica forense a víctima de violencia



Nota. Perito psicólogo forense entrevistando a presunta víctima por violencia familiar con el objetivo de identificar rasgos de personalidad, afectación psicológica y factores de vulnerabilidad y riesgo.



(ii) Identificación de afectación psicológica

La afectación psicológica es un término psico jurídico, que fue acuñado al código penal como afectación psicológica en el artículo 124-B complementado con el acuerdo plenario N°002-2016/ CJ-116, por lo que la valoración psico-legal implica que el perito debe transformar cuestiones jurídicas a términos psicológicos. Es así, que los aspectos para determinar la afectación psicológica; conforme lo mencionado por Soria y Sáiz (2006), se encuentran evidenciados entre el segundo día y los tres meses después de un evento traumático, en el cual la víctima experimenta transformaciones significativas que pueden agruparse en cuatro grandes dimensiones como son: cambios cognitivos, cambios afectivos, cambios comportamentales y cambios psicofisiológicos; estos cambios deben interpretarse considerando la situación de cada víctima, incluyendo su funcionamiento psicológico previo, las características del evento vivido, entre otros factores. Para establecer ello, se identifica los signos y síntomas y posteriormente se establece la relación entre el agente causal y los síntomas.

En este contexto, al determinar la presencia de una afectación psicológica, el psicólogo forense debe considerar que las consecuencias psicológicas en víctimas de violencia no se manifiestan de manera uniforme. Por el contrario, existe una amplia variabilidad en la sintomatología, la cual estará influida por factores como la frecuencia, intensidad, duración del abuso y la percepción de humillación experimentada por la víctima (Muñoz y Echeburúa, 2016). El momento en que se lleva a cabo la evaluación influye significativamente en sus resultados. En los primeros 15 a 20 días posteriores al suceso se presenta una 'fase aguda', caracterizada por una intensificación de los trastornos psicológicos como miedo, ansiedad, llanto, pensamientos irracionales y conductas evitativas. Con el paso del tiempo, estos síntomas tienden a disminuir de manera progresiva, evidenciándose que los recursos de afronte han funcionado en la presunta víctima.

Según Echeburúa (2004) citado en Morillas-Fernández et al (2011), el daño psicológico abarca dos dimensiones: por un lado, las lesiones psíquicas agudas provocadas por un hecho violento, las cuales pueden disminuir con el tiempo, el apoyo del entorno o un tratamiento terapéutico adecuado; y por otro lado, las secuelas emocionales de carácter persistente que afectan de manera crónica al individuo y alteran su funcionamiento cotidiano. En ambos casos, dicho daño es resultado de un acontecimiento traumático que supera la capacidad de afrontamiento y adaptación de la persona afectada. Los efectos psicológicos pueden expresarse mediante signos o síntomas que conforman un cuadro clínico parcial (dimensional, descriptivo) o completo (categorial, según el CIE11 y DSM V), como el trastorno de estrés postraumático, el trastorno de estrés agudo, el trastorno adaptativo, los trastornos de ansiedad, u otros incluidos en la CIE-11 y el DSM-5, siempre que guarden relación con un evento traumático de suceso único o con una dinámica de violencia. Se recaba del evaluado la narración fidedigna del evento específico que dio origen a la denuncia, tal cual lo expresa, el cual debe ser congruente con experiencias propias de una situación de victimización delictiva. Según Muñoz (2013), estos eventos deben poseer una capacidad potencial para generar alteraciones en el equilibrio psicológico del individuo (es decir, contar con capacidad traumática). En los casos en que exista una desproporción entre el hecho referido y los indicadores de afectación emocional; se podría inferir un caso de simulación u otras relacionadas paralelamente.





Estas alteraciones psicológicas pueden manifestarse de forma transitoria o permanente, dependiendo de la intensidad del evento y de las características personales de quien lo experimenta. Entre las formas más comunes se encuentran las afectaciones emocionales, que incluyen síntomas como tristeza, ansiedad e irritabilidad; las cognitivas, que se expresan en pensamientos negativos, confusión o dificultades atencionales; las conductuales, que abarcan conductas como el aislamiento, la evitación o la agresividad; y las somáticas, que se reflejan en alteraciones del sueño, del apetito o en una sensación persistente de fatiga; asimismo, estas pueden afectar temporal o permanentemente una o varias esferas del funcionamiento psicosocial de la persona, como la individual, de pareja, familiar, sexual, social, laboral y/o académica.

La evaluación psicológica forense a la presunta víctima (adultos) inmersa en delitos de violencia familiar, trata de personas, delitos contra la libertad sexual, entre otros, que tenga un impacto traumático y que por diversos motivos no acuda a una entrevista única en cámara Gesell, deberían tomarse en cuenta lo que menciona Echeburúa y Corral, (2007), con respecto a que es ideal realizarlo cuando al menos haya pasado algunos días o semanas del evento traumático (4 primeras semanas de ocurrido el hecho); permitiendo que los primeros síntomas se manifiesten, observar reacciones emocionales más estables; evitando de esta manera conclusiones precipitadas.

Cuando la persona ha empezado a procesar lo vivido y los síntomas están suficiente desarrollados y no distorsionados por la fase de la crisis; por lo que en las primeras 48 a 72 h después de los eventos traumáticos, hay una respuesta aguda al estrés (shock, confusión, disociación); la evaluación en este momento puede dar como resultado trastornos o no reflejar la afectación real a mediano plazo; sin embargo, se debe tener en cuenta factores como: la edad de la víctima, naturaleza del hecho (único o reiterado), estado emocional actual, apoyo familiar y social, etapa del proceso judicial (urgencia del informe pericial); entre otros; entonces, la experiencia del perito psicólogo forense en la evaluación para este tipo de casos es trascendental.

(iii) Identificación de factores de vulnerabilidad y riesgo

En el ámbito de la psicología forense, identificar los factores predisponentes relacionados con la vulnerabilidad resulta esencial, ya que estos están estrechamente ligados a la aparición de afectación psicológica en quienes han sido víctimas de conductas antisociales. La pérdida del equilibrio psicológico ya sea en el plano emocional, conductual, cognitivo o fisiológico puede tener un impacto considerable en diversas dimensiones de la personalidad o en su desarrollo (Salinas, 2017, citado en Samperio, 2017)

Por esta razón, la entrevista psicológica forense se constituye como una herramienta clave, al ser el medio principal para recabar la información necesaria para detectar dichos factores de vulnerabilidad. Es indispensable abordar a la persona desde una perspectiva integral, analizando de forma minuciosa cada uno de los ámbitos que componen su historia de vida: el entorno familiar de origen, las experiencias escolares, el ámbito laboral, las relaciones interpersonales y sentimentales, la vivencia de la sexualidad, su estado de salud, la presencia de conductas para sociales o antisociales, sus metas o aspiraciones, y su autoconcepto.



Tabla 32

Factores de riesgo y vulnerabilidad

Factores	Características
    	- Sexo - Raza - Edad - Vivir solo - Enfermedades congénitas - Enfermedades adquiridas - Padecer psicopatología previa - Discapacidad intelectual - Marginación - Discriminación - Historial de violencia - Rasgos de personalidad: Dificultad para adaptarse a los cambios, desregulación emocional, pobre autoconcepto, baja autoestima, trastorno de personalidad, entre otros. - Circunstancias ambientales (vivir en ambientes de aislamiento, regresar sin compañía al hogar después de actividades recreativas, labores realizadas en horario nocturno, salidas durante los fines de semana por la noche y en contextos festivo) - Victimización en la infancia (historia de agresiones sexuales). - Carecer de red de apoyo familiar. - Relacionarse con personas que poseen características de riesgo
De vulnerabilidad	- Alcoholismo - Drogadicción - Lugares nocturnos - Frecuentar entornos marginales o peligrosos - Perfil de personalidad - Situación económica - Pareja con historial de violencia

Nota. En la tabla se indican los factores de riesgo y vulnerabilidad. Tomado de Contreras et al (2018) y de Morillas-Fernández et al (2011).

(c) Perfil de víctima de trata de personas

En este tipo de delito, se utilizan diversos medios para explotar sexual o laboralmente a la víctima, como la violencia, las amenazas, el engaño o el abuso de poder y de situaciones de vulnerabilidad (Montoya, 2016). La explotación puede dividirse en actividades como la mendicidad forzada, la pornografía infantil o la explotación sexual, así como el reclutamiento de soldados para conflictos armados (Comisión de justicia de género del poder judicial, 2021). En detalle, según Staff (2017) se identifican como modalidades más comunes la explotación sexual, la cual incluye la prostitución forzada, explotación sexual de menores, pedofilia, matrimonios serviles, turismo sexual y pornografía; el trabajo forzado, esto siendo bajo amenazas y sin consentimiento; y niños soldados, en el cual se da el reclutamiento de menores para participar en conflictos armados, ya sea como combatientes o en otras actividades forzadas. En adición, se tiene una modalidad de trata de personas con fin de extracción/tráfico de tejidos humanos, en donde se busca la venta de órganos y tejidos de estas víctimas a los mejores compradores (Comisión de justicia de género del poder judicial, 2021).

A pesar de los esfuerzos del gobierno y diversas organizaciones para combatirlo, la trata de personas sigue siendo una realidad alarmante en diversas regiones del país, incluyendo

zonas rurales y urbanas. A partir de ello, aunque no se considera formalmente un delito especial, no es un delito común, ya que requiere una situación de desigualdad o dominio entre un agresor o agresores y una víctima vulnerable, siendo esta mayor o menor de edad (Montoya, 2016). Es así que, opera tanto a nivel interno como regional, dado que las víctimas son sometidas a trata dentro de su propio país, hacia naciones vecinas e incluso entre continentes (Oficina de las Naciones Unidas contra el crimen y drogas, s.f). Ello suele implicar el reclutamiento y traslado de una persona utilizando el engaño, fraude o coacción, para forzarla a realizar trabajos o servicios bajo presión, amenaza, violencia, abuso de autoridad, deudas, explotación sexual o laboral, entre otras formas de explotación (Staff, 2017).

En general, estas personas suelen tener rasgos de inmadurez emocional, impulsivas, con baja autoestima y pobre autoconcepto, poseer círculos sociales cuestionables, poseen antecedentes de autolesiones o intentos de suicidios, caracterizados por la presente inestabilidad a nivel emocional, siendo altamente manipulables.

En resumen, se puede decir que, estas personas suelen venir de hogares disfuncionales, negligentes y violentos. Asimismo, están en la búsqueda activa de un trabajo con buen salario debido a que presentan necesidades económicas urgentes, ello debido a ser madres jóvenes, con poco apoyo económico y un nivel de instrucción básico y como máximo secundario. Además, suelen consumir alcohol y sustancias alucinógenas de forma habitual sin discriminación alguna, ello sumado a que suelen ser personas inestables, inmaduras a nivel emocional, impulsivas, manipulables y de baja autoestima.

Entre los aspectos que se evalúan para caracterizar a la víctima de trata de personas, tenemos: historia familiar, competencia laboral, comportamientos sexuales actuales y pasados, consumo de sustancias psicoactivas, redes de apoyo social y factores de riesgo social.

iv) Procesos de análisis

(1) Metodología en la evaluación psicológica forense

Según Amaya (2021), los psicólogos forenses llevan a cabo evaluaciones con base científica, cuyo propósito es contribuir a resolver cuestiones planteadas por el sistema judicial, estas evaluaciones se han descrito como investigaciones científicas de pequeña escala, por lo tanto, al igual que cualquier proceso de evaluación científica, deben estar guiadas por una metodología adecuada y un diseño de investigación específico.

Al analizar esta cuestión en el contexto de las evaluaciones psicológicas forenses, se puede plantear inicialmente la pertinencia de aplicar una metodología mixta. Esto implica la utilización de pruebas psicométricas como herramientas de enfoque cuantitativo, complementadas con entrevistas y análisis categoriales propios del enfoque cualitativo.

Seguidamente, se presentan algunos métodos con respaldo científico, recomendados como opciones a considerar dentro del proceso pericial.

(a) Método hipotético deductivo – tradicional (Amaya, 2019)

Es uno de los enfoques más importantes y ampliamente utilizados en la investigación



científica. Se basa en un proceso que combina la lógica deductiva con la observación y la experimentación para formular, probar y refutar hipótesis. En esencia, el método hipotético-deductivo sigue los siguientes pasos:

- Observación: se identifica un problema o fenómeno que requiere una explicación.
- Formulación de una hipótesis (inducción): a partir de las observaciones, se propone una explicación tentativa o una hipótesis que intenta dar cuenta del fenómeno. Esta hipótesis es una conjetura que debe ser sometida a prueba.
- Deducción de consecuencias (deducción): de la hipótesis formulada, se deducen consecuencias lógicas y observables. Es decir, se razona sobre qué debería suceder o qué hechos deberían encontrarse en la realidad si la hipótesis fuera verdadera. Estas consecuencias deducidas se convierten en predicciones.
- Verificación/Contrastación: las consecuencias deducidas se someten a prueba mediante la observación, la experimentación o la recopilación de datos empíricos. Si las consecuencias observadas confirman las predicciones, la hipótesis se considera corroborada (o provisionalmente aceptada). Si las consecuencias observadas contradicen las predicciones, la hipótesis se considera refutada (o falseada), y debe ser modificada o descartada en favor de una nueva hipótesis.

Amaya (2019) enfatiza la importancia de los principios clásicos y rigurosos del método hipotético-deductivo en un contexto de investigación aplicada, como la psicología forense. En este campo, la necesidad de establecer hipótesis claras, deducir consecuencias observables y contrastarlas empíricamente es crucial para la validez de las evaluaciones y peritajes.

(b) Multimétodo (Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2021)

El formato de evaluación psicológica forense fundamentado en la evidencia se apoya en un enfoque multirrasgo - multimétodo, lo que implica el uso de diversas estrategias e instrumentos para examinar múltiples dimensiones del funcionamiento psicológico. Este tipo de evaluación se caracteriza por emplear métodos de recopilación de datos que son válidos y fiables, lo que fortalece la precisión y la consistencia de los resultados. La importancia de este enfoque radica en que se utilizan instrumentos psicométricamente sólidos y se recurre a múltiples fuentes de información, lo cual incrementa tanto la fiabilidad como la validez de las conclusiones.

En contextos donde se cuestiona la eficacia de las evaluaciones psicológicas en el ámbito forense, es relevante aclarar que la validez hace referencia a la capacidad de una prueba para medir aquello que pretende medir, mientras que la fiabilidad se relaciona con la consistencia de los resultados obtenidos en diferentes momentos o condiciones.

(c) Método mixto en la investigación social, con diseño paralelo convergente (Amaya, 2021).

Al analizar esta cuestión en el contexto de las evaluaciones psicológicas forenses, se puede plantear inicialmente la pertinencia de aplicar una metodología mixta. Esto implica la utilización de pruebas psicométricas como herramientas de enfoque cuantitativo, complementadas con entrevistas y análisis categoriales propios del enfoque cualitativo.

En las evaluaciones psicológicas forenses se aplica el diseño paralelo convergente, el cual trata de un diseño propio de métodos mixtos de investigación que se caracteriza por la

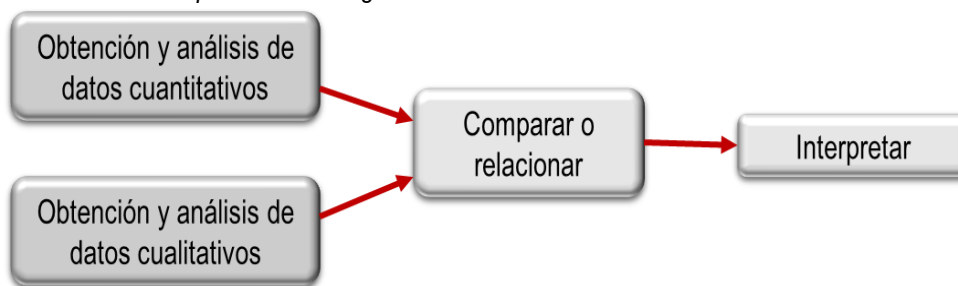


aplicación simultánea de enfoques cuantitativos y cualitativos para abordar una misma pregunta y alcanzar los mismos objetivos de investigación. La recopilación de datos se lleva a cabo de forma paralela; es decir, durante la misma etapa del proceso investigativo se recogen tanto datos cuantitativos como cualitativos

Esto permite que cada tipo de dato sea analizado de manera independiente, sin que uno condicione al otro. Así, los resultados obtenidos a través del enfoque cualitativo no están influenciados por los del enfoque cuantitativo, y viceversa. A diferencia de otros diseños mixtos, en este caso no existe una secuencia predeterminada en la aplicación de métodos, ni una dependencia entre ellos. Los instrumentos se gestionan por separado y, posteriormente, los resultados se integran mediante un proceso de triangulación, conforme lo indica Amaya (2021).

Figura 486

Modelo de diseño paralelo convergente



Nota. El modelo de diseño paralelo convergente lleva esta secuencia lógica. Tomado de Amaya (2021) "La evaluación psicológica forense como un diseño paralelo convergente desde los métodos mixtos de investigación".

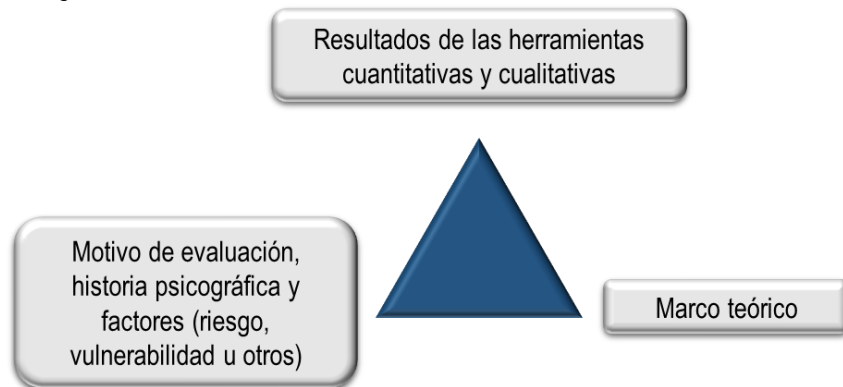
Dentro del diseño paralelo convergente, tras la recolección y análisis independiente de los datos cualitativos y cuantitativos, se procede a una interpretación conjunta de ambos con el propósito de responder a la pregunta central de la investigación; este proceso se conoce como triangulación.

En el contexto de la evaluación psicológica forense, este procedimiento se refleja en el apartado de conclusiones o discusión forense, donde se integra la teoría, los resultados obtenidos a partir de instrumentos y los hallazgos provenientes de las entrevistas, con el fin de responder a las hipótesis o al objetivo planteado en la evaluación.

Dentro del contexto de la evaluación psicológica forense, este corresponde al momento de análisis y discusión, en el cual se integran los fundamentos teóricos, los hallazgos obtenidos a través de pruebas psicométricas y la información recabada en las entrevistas. Esta etapa tiene como propósito responder a las hipótesis planteadas o al objetivo específico de la evaluación, articulando los datos de manera coherente y fundamentada.



Figura 487
Triangulación forense



Nota. Muestra el proceso de triangulación forense. Tomado de Amaya (2021).

La evaluación psicológica forense emplea tanto herramientas cualitativas como cuantitativas con el propósito de responder a una misma interrogante; sin embargo, en un primer momento, los datos obtenidos a través de cada enfoque se analizan por separado, para posteriormente ser integrados y examinados de manera conjunta. A continuación, se abordará el análisis de cada uno de estos componentes por separado.

(i) Herramientas cualitativas

Dentro de la evaluación psicológica forense, las principales herramientas cualitativas son las entrevistas y su respectivo análisis categorial (Amaya, 2021); las cuales son:

1. Entrevista forense

Técnica fundamental y especializada de recolección de información en el contexto legal. Se define como una interacción estructurada o semiestructurada, llevada a cabo por profesionales capacitados (generalmente psicólogos o psiquiatras forenses), con el propósito de obtener información detallada y precisa sobre eventos, experiencias o estados mentales relevantes para un caso judicial. Según Fernández (2015), en el ámbito forense existe una peculiaridad con respecto al entrevistado, ya que este no acude a la evaluación psicológica por su propia voluntad, ya que en la mayoría de casos son solicitados por la autoridad judicial competente, a raíz de un hecho delictivo, lo cual significaría que existe una víctima y victimario en la mayoría de los casos, y en ocasiones testigos, siendo necesario la rigurosidad para cada perfil. Asimismo, refiere que, utilizando esta herramienta, el perito psicólogo forense recaba con respecto a los datos de filiación, motivo de la evaluación, la historia psicográfica y la historia familiar dependiendo de los objetivos de la evaluación, explorándose lo siguiente:

a. El motivo de la evaluación

recaba información sobre la fecha, día, lugar y circunstancias en que sucedieron los hechos motivo de la denuncia, detalles sobre el contexto, antecedentes de hechos similares; entre otros, de relevancia. Asimismo, comprende la fase de clarificación de preguntas focalizadas por parte del evaluador, las cuales consiste en preguntas de clarificación ante la lectura del expediente judicial si lo hubiere. Además, en casos relacionados a presuntas víctimas se deberá recabar





información sobre indicadores de afectación psicológica a nivel conductual, cognitiva, emocional y/o fisiológica.

b. Historia psicobiográfica

- Perinatal: se obtiene información sobre nacimiento, tipo de parto, problemas significativos durante el parto, lactancia materna, planificación del embarazo del evaluado, deseo de los padres y participación de cada uno de ellos en el parto y desarrollo psicomotor, entre otros aspectos de relevancia para la evaluación.
- Niñez: indagar sobre la percepción del evaluado sobre esta etapa, que recuerdos tiene en la fecha de la evaluación, asistencia de los padres, problemas significativos en su desenvolvimiento personal, social u otro ambiente; acataba reglas y/o responsabilidades en casa, las manifestaciones físicas y/o psicológicas ante los métodos correctivos de los padres, conductas inadaptativas (agresión a animales, maltrato infantil, enuresis y otro de significancia), entre otros aspectos de relevancia para la evaluación.
- Adolescencia: obtener información sobre cambios a nivel emocional, conductual, cognitivo y social; acataba reglas y/o responsabilidades en casa; afinidad con grupos sociales, relación con los padres, conductas inadaptativas (hurto, consumo de sustancias psicoactivas, pandillaje, conducta desafiante, fuga del hogar, prostitución, entre otras) entre otros aspectos de relevancia para la evaluación.
- Educación: obtener información de forma cronológica desde la etapa inicial hasta estudios superiores si los hubiere, datos de los centros educativos, intereses, récord académico, relación con los compañeros, participación en las actividades escolares, bullying, conducta desadaptativa dentro del ámbito escolar (pelos con los compañeros, fugas del salón de clases, del colegio, expulsiones, sanciones, repitencia, entre otros), repitencia, logros alcanzados, asesoría psicológica; entre otros aspectos de relevancia para la evaluación. Ingreso a la vida militar o policial, castigos, felicitaciones, eventos traumáticos, relaciones con sus superiores.
- Trabajo: recabar información cronológica sobre los lugares en los cuales desarrollo actividad laboral, cargo, sueldo, horario, duración en cada centro laboral, relaciones interpersonales con los compañeros, jefes y sus recursos de afronte frente a situaciones estresantes, sanciones y/o felicitaciones, motivo de abandono, adaptación al medio laboral, problemas relevantes a la fecha de la evaluación; entre otros aspectos de relevancia para la evaluación.
- Hábitos e intereses: recolectar información sobre su participación en grupos (bandas, pandillaje, etc.), vida social, tiempos libres, inicio y habitualidad de sustancias psicoactivas (alcohol, cigarro, droga, u otro); alimentación, sueño.
- Autopercepción: recaba información sobre los defectos, virtudes y como se considera.
- Vida psicosexual: la indagación de dicha área va a depender del motivo de evaluación; ya que, si se tratase de establecer perfil psicosexual, se indagará



minuciosamente conforme lo descrito a continuación: masturbación, vivencias de eventos traumáticos como violación o tocamientos indebidos y denuncias relacionadas a ello. Cronología de las parejas sentimentales (edad, tiempo de duración, conflictos, causas del fin de la relación, relación actual con la ex pareja), relaciones sexuales (inicio, número de parejas sexuales, tipo de relación, parafilias, disfunciones sexuales, métodos anticonceptivos, abortos, enfermedades venéreas), poses y fantasías sexuales. Opinión sobre la homosexualidad, sobre la figura femenina u otro de interés dentro de la evaluación. Sin embargo, al tratarse de evaluaciones que no son relevantes, la exploración, solo recabará información estrictamente necesaria.

- Antecedentes de salud física y mental, como:
- Enfermedades: recabar información sobre enfermedades de trascendencia durante su periodo de vida, tratamiento farmacológico, causas, antecedentes familiares y otros de relevancia.
- Accidentes: indagar sobre accidentes de relevancia durante su periodo de vida, hospitalización, causas y otros de relevancia.
- Operaciones: indagar sobre operaciones de trascendencia durante su periodo de vida, causas y otros de relevancia.
- Antecedentes patológicos familiares: obtener información sobre si tiene conocimiento de antecedentes de familiares con antecedentes patológicos como esquizofrenia u otra enfermedad psicopatológica de trascendencia.
- Antecedentes delictivos, policiales y/o judiciales: se obtiene información sobre denuncias puestas hacia el evaluado, detalle y numero, motivo; antecedentes penales: número de ingresos al penal, motivo, tiempo, sentencia, sanciones dentro de la cárcel; familiares con antecedentes policiales y/o penales; entre otros de relevancia para la evaluación.

c. Historia familiar:

- Padre: nombre y apellidos, edad, ocupación, grado de instrucción, estilo de crianza y relación con el evaluado, métodos de corrección o castigo.
- Madre: nombre y apellidos, edad, ocupación, grado de instrucción, estilo de crianza y relación con el evaluado, métodos de corrección o castigo.
- Hermanos: nombre y apellidos, edad, ocupación, grado de instrucción de cada uno y la relación de forma general con ellos incidiendo con los cuales se evidencia problemas o existe apego emocional.
- Hijos: cantidad, nombres y apellidos cronológicamente, estilo de crianza del evaluado hacia los hijos, métodos de corrección y el tipo de relación.
- Pareja: recaba información general como nombres y apellidos, edad, estado civil, ocupación y grado de instrucción, conflictos conyugales, separaciones, número de hijos, relación actual, responsabilidades y/o actividades dentro del hogar, entre otros de relevancia para la evaluación.
- Otros familiares significativos



- Situación socioeconómica: ingresos, pagos que realiza dentro del hogar,
- Dinámica del hogar de origen y actual: tipo de familia, con quienes vivió en su hogar de origen e indagación de la dinámica del hogar hasta la fecha de la evaluación.
- Actitud personal: se indaga información de cómo se siente con lo sucedido, culpa, arrepentimiento, que emociones y pensamientos ha identificado, que haría para cambiar las circunstancias, si tuviera esa persona enfrente que le diría, entre otros
- Actitud familiar: recaba información sobre la percepción de su familia frente a los hechos motivo de la denuncia.

2. Observación conductual

La observación sistemática del comportamiento del individuo durante todo el proceso de evaluación (entrevistas, administración de pruebas) proporciona información valiosa y complementaria. Permite evaluar la congruencia entre lo que la persona dice y cómo se comporta (lenguaje no verbal, afecto, interacción). Requiere una planificación cuidadosa para definir qué observar y cómo registrarlo, así como conciencia de los posibles sesgos del observador. La observación de conducta consiste en prestar atención al comportamiento que presenta la persona en estudio, en primer término, se ha de realizar la descripción física del examinado, se deben registrar diversos indicadores como tics, movimientos o temblores del cuerpo, lenguaje corporal, gestos, fluctuaciones de voz, apariencia física y otros elementos que caractericen al individuo, iniciando con el contacto visual con el examinado y concluyendo cuando este se haya retirado (DIRCRI PNP, 2014).

3. Examen mental

Evaluación transversal del funcionamiento psíquico de una persona el cual constituye una parte esencial de la evaluación psicológica, proporcionando una descripción detallada del estado mental actual del individuo relevante para las cuestiones legales planteadas.

4. Pruebas proyectivas

Basados en la interpretación de respuestas a estímulos ambiguos. Su uso en el ámbito forense es controvertido debido a limitaciones psicométricas (menor fiabilidad y validez demostrada en comparación con pruebas objetivas, subjetividad en la interpretación, falta de baremos forenses específicos). Su admisibilidad como prueba puede ser cuestionada en los tribunales. Si se utilizan, debe hacerse con extrema cautela, como fuente de hipótesis y no de conclusiones firmes, y siempre integradas con datos de otras fuentes más objetivas.

5. Revisión documental y fuentes colaterales

Dada la alta probabilidad de distorsión en el contexto forense, la contrastación de la información autorreportada con fuentes externas es imprescindible. Esto implica el



análisis minucioso de toda la documentación disponible: expedientes judiciales (denuncias, declaraciones, informes policiales), historias clínicas (médicas, psiquiátricas, psicológicas), expedientes académicos, informes laborales, etc. Además, puede ser necesario (y éticamente justificable, con el debido consentimiento o base legal) recabar.

(ii) Herramientas cuantitativas

En el ámbito de la psicología forense, las principales herramientas de carácter cuantitativo son los instrumentos psicométricos, los cuales permiten evaluar diversos aspectos psicológicos de una persona facilitando así una interpretación objetiva de los resultados obtenidos; el psicólogo forense emplea diversos elementos en función del constructo específico que requiere evaluar.

Tabla 33

Técnicas e instrumentos comunes en la evaluación psicológica forense

Categoría	Técnica/Instrumento Ejemplos(S)	Breve Descripción /Propósito
Entrevista	Entrevista forense semiestructurada	Recopilación sistemática de información psicobiográfica, estado mental y datos relevantes al objeto pericial, gestionando posible distorsión.
	Entrevista cognitiva	Técnica para mejorar la exhaustividad y precisión del recuerdo en testigos.
Observación	Observación conductual Sistemática	Registro del comportamiento no verbal y la interacción durante la evaluación para complementar autoinformes.
Fuentes externas	Revisión documental (expedientes legales, médicos, etc.)	Obtención de información objetiva y contrastación de datos auto-reportados.
	Entrevistas a terceros (colaterales)	Recopilación de información de fuentes informadas (familia, profesores, etc.), con consentimiento/base legal.
Evaluación personalidad psicopatología	MMPI-2-RF, PAI, MCMI-IV	Inventarios objetivos para evaluar rasgos de personalidad, síndromes clínicos y psicopatología general; incluyen escalas de validez.
Evaluación cognitiva	WAIS-III/IV, WISC-V, Raven	Pruebas estandarizadas para medir la capacidad intelectual general.
	Pruebas neuropsicológicas (memoria, atención, F. Ejecutivas)	Evaluación de funciones cognitivas específicas, relevantes en casos de daño cerebral, competencia, etc.
Evaluación del riesgo	PCL-R	Evaluación de rasgos de psicopatía asociados al riesgo de violencia y reincidencia.
	HCR-20, SVR-20, SAVRY	Guías de juicio profesional estructurado para valorar el riesgo de violencia general, sexual o en jóvenes.
Evaluación validez síntomas/ rendimiento	SIMS, Escalas Validez MMPI/PAI (SVTs)	Detección de exageración o fingimiento de síntomas psicológicos.

Nota. La tabla muestra algunas técnicas e instrumentos de evaluación psicológica forense. Tomado de Vázquez-Mezquita (2005). (c) Etapas de la evaluación psicológica forense.



1. Instrumentos de evaluación

La selección de instrumentos debe basarse en la evidencia científica sobre su fiabilidad, validez y adecuación para la población y el objeto de estudio. Es fundamental adoptar un enfoque multimodal, utilizando una batería de pruebas que evalúen diferentes áreas y permitan contrastar resultados, en lugar de confiar en un único instrumento.

a. Pruebas psicométricas

Muchos instrumentos desarrollados para el ámbito clínico son utilizados en la evaluación psicológica forense por su capacidad para evaluar constructos relevantes. Sin embargo, su interpretación requiere cautela y consideración del contexto forense.

Lobo (2015, citado por Amaya, 2019) propone la siguiente metodología para el proceso de evaluación psicológica forense

Figura 488

Metodología para el proceso de evaluación psicológica forense



Nota. Pasos secuenciales para para la evaluación psicológica forense. Tomada de Lobo (2015, citado por Amaya, 2019).

b) Análisis retrospectivo

Esta técnica en la comunidad científica se desarrolló bajo la denominación de “autopsia psicológica”, siendo una técnica específica en la labor pericial. En la normativa actual de la criminalística se reconoce a la misma como análisis retrospectivo, por lo que en el presente apartado se desarrolla bajo esos preceptos.

El análisis retrospectivo constituye una herramienta cualitativa y reconstructiva utilizada en la labor pericial psicológica forense, en donde existe la necesidad de resolver casos cuya etiología de muerte violenta, accidental, suicidio u homicidio resulta dudosa y cuestionable, en los cuales se sospecha la participación de terceros; así también, en casos en los cuales los operadores de justicia estimen que necesitan del análisis psicológico de la víctima por ser relevante; explora de manera indirecta la causa y la forma de la muerte mediante el análisis de la personalidad y trayectoria de vida de una persona fallecida; incluyendo aspectos psicobiográficos y su estado mental previo al suceso, así como acontecimientos posteriores a la muerte y en base a la indagación de fuentes primarias, secundarias de información, es decir a través de fuentes colaterales (testimoniales y documentales), los aportes de otras ciencias forenses u otra evidencia que respalde en forma específica el perfil psicológico de la presunta víctima en el momento de ocurrido los hechos.

Cevallos (2015), afirma que este tipo de análisis permite alcanzar una comprensión psicológica más profunda sobre quien era el individuo, las razones por las cuales ocurrieron ciertos eventos en su vida y, en términos generales, el papel que desempeñaron sus características de personalidad en las circunstancias que rodearon su muerte. Se trata de una técnica de evaluación psicológica que surge en contextos donde, debido a las particularidades del hecho delictivo, no es posible contar con la participación directa de la víctima. Ante ello, se recurre a métodos indirectos y no convencionales con el fin de establecer pericialmente el estado mental de la persona fallecida. Esta evaluación contempla elementos relacionados con el tipo de muerte, considerando la condición psicológica de la víctima, sus motivaciones, hábitos y las circunstancias personales que rodearon los momentos previos y simultáneos al fallecimiento. Por lo que a través de la triangulación de las fuentes utilizadas de la investigación cualitativa se llega a reconstruir su perfil de personalidad.

i) Importancia

Para Ramsland (2018) el análisis retrospectivo se convierte en un método de la investigación forense de relevancia cuando otras evidencias son ambiguas y pueden generar inconsistencias en su interpretación, describiendo como la evidencia conductual puede proporcionar los componentes y las piezas faltantes necesarias para complementar la evidencia física, convirtiéndola en una herramienta esencial para la reconstrucción de sucesos delictivos.

El análisis retrospectivo es una herramienta idónea en eventos delictivos que se tornan complejos en la investigación criminal; por ejemplo, en aquellos donde la causa del fallecimiento es fingida y el lugar de los hechos ha sido alterado para poder ocultar la evidencia y por ende, el delito; asimismo, en casos de suicidio cuando fuese considerado como accidente o cuando fue otra persona la que ocasionó la muerte siendo su fin encubrir el delito; es aquí, donde radica la importancia del análisis retrospectivo para encontrar los indicios psicológicos en el estudio de muertes ambiguas, violentas y en suicidios; por lo tanto, contribuye al esclarecimiento de la causa y mecanismo de muerte; pudiendo aportar información significativa para orientar las acciones legales por parte de los operadores de justicia.

ii) Tipos

Durante el desarrollo de una hipótesis para la reconstrucción de un evento de muerte, la atención se centra en la causa y la forma de la muerte. La causa es la condición que provocó la muerte, como una enfermedad o lesión; la forma es una categoría determinada por el médico forense. El sistema de clasificación NASH para investigadores de muertes ofrece cuatro opciones: natural, accidente, suicidio u homicidio (Biffi, 1996). Un fallecido en un accidente automovilístico, por ejemplo, podría haber sufrido un infarto (natural), haber chocado contra una zona resbaladiza y haberse estrellado



(accidente), haber chocado intencionalmente (suicidio) o haber sido colocado allí por un asesino en un intento de simular su muerte como una de las otras tres (homicidio). Las muertes que son difíciles de categorizar se etiquetan como dudosas, lo que significa que una investigación inmediata posterior podría cambiar su estado.

De acuerdo al estudio de Larrota et al. (2023), el análisis retrospectivo ha sido empleado en investigaciones relacionadas con muertes dudosas, especialmente en casos de homicidio y suicidio; su aplicación busca identificar factores de riesgo que contribuyan a esclarecer las circunstancias del fallecimiento, con el objetivo de facilitar una determinación legal adecuada. Esta postura difiere de la sostenida por Núñez de Arco y Huici (2005), quienes argumentan que la utilidad del análisis retrospectivo no se restringe únicamente a los casos de suicidio. En este sentido, dicha técnica suele aplicarse principalmente en los siguientes contextos:

- Para muertes por suicidio, el análisis retrospectivo permite establecer los factores de riesgo y sus características dentro de determinadas estructuras psíquicas, sumado a elementos discursivos en la historia última del sujeto previo a su muerte; permitiendo acercarse a un acertado diagnóstico criminalístico (Ceballos-Espinoza, 2014); por lo que las conductas de la víctima son esenciales para comprender la personalidad implicada en la autoagresión.
- Por muerte violentas dudosas, indeterminadas, de alta complejidad o muertes equivocadas, en todas aquellas que podrían tener más de una explicación de la causa de muerte; resultando difícil determinar dichas causas. Por ello Ceballos-Espinoza (2014), lo considera como aquel fallecimiento cuyo origen responde a un mecanismo de tipo accidental, suicida u homicida, en el cual interviene un factor externo que desencadena el proceso de muerte y que, por lo tanto, podría implicar algún grado de responsabilidad por parte del individuo o de otras personas involucradas en su ocurrencia; existiendo la intervención de terceras personas, los instrumentos utilizados para causar la muerte difícilmente pueden estar o haber sido manipulados por la víctima.

Sin embargo, en ocasiones el límite entre uno y otro resulta muy difuso; entonces el análisis retrospectivo facilita la orientación de las investigaciones hacia los posibles responsables del hecho delictivo, al tiempo que contribuye a acortar el número de sospechosos mediante la reconstrucción de la historia de vida de la víctima previa al deceso. Es necesario descartar tanto la encubierta simulación de suicidios en casos donde se intenta hacer pasar un homicidio por accidente, como también la simulación de accidentes en contextos en los que hubo una intervención dolosa por parte de terceros.

iii) Actividad pericial

Conforme lo planteado por Chichilla (2025), el análisis retrospectivo implica la integración de los elementos hallados en la escena del fallecimiento, junto con las condiciones y circunstancias previas al hecho, considerando la necesidad de clasificar la causa de muerte como natural, accidental, suicida u homicida. Por esta razón, una adecuada organización metodológica del proceso es fundamental. A lo largo de todo el procedimiento, es esencial mantener un enfoque riguroso y científico en el estudio del comportamiento y la personalidad de la persona fallecida. Para asegurar una aplicación de calidad, resulta indispensable la colaboración de fuentes secundarias confiables, así como la obtención de información pertinente. Además, es clave el dominio del enfoque metodológico de la triangulación, que permite identificar patrones consistentes y aumentar la probabilidad de obtener conclusiones válidas.

Según Núñez de Arco y Huici (2005), el análisis retrospectivo se sustenta en métodos tanto de la psicología como de la criminalística, mediante el uso de entrevistas propias del ámbito clínico - forense, del análisis de la escena del crimen y la observación directa del entorno en el que ocurrió



el fallecimiento. Respecto al método de las entrevistas, se ejecutan en los círculos cercanos del fallecido que se está investigando, de forma que, por medio de cada una de ellas, se puede comprobar la coherencia de los datos no solo entre familiares y amigos, sino también con el equipo multidisciplinario de medicina, biología, química forense u otra especialidad criminalística forense.

Las fuentes para el análisis retrospectivo son las siguientes:

- Entrevistas con los que investigaron el caso
- Informes de autopsia y policiales
- Fotografías y vídeos de la escena del deceso
- Expertos forenses para ciertas áreas, cuando sea necesario
- Nota de suicidio
- Publicaciones en redes sociales
- Diarios, blogs y transmisiones web
- Correspondencia
- Obras de arte o poesía del difunto
- Familiares
- Amigos cercanos, conocidos
- Compañeros de trabajo
- Excónyuges
- Registros (escolares, militares, laborales, médicos y recetas médicas)
- Datos de archivo (investigación de suicidio; predicción de riesgo)
- Cambios en el comportamiento, testamentos o pólizas de seguro de vida
- Antecedentes familiares de enfermedad mental o suicidio

La labor pericial debe ser realizada por un psicólogo forense, quien deberá realizar lo siguiente:

(1) Recopilación de información

- (a) Datos del fallecido: dentro de los datos del fallecido se debe tener en consideración los detalles personales, historia de vida, antecedentes familiares, antecedentes médicos (físicos, psicológicos y psiquiátricos), detalles de la muerte (causa y mecanismo); personalidad: patrones de reacción al estrés y periodos de desequilibrio, presiones, tensiones o anticipación de problemas recientes, consumo de sustancias psicoactivas, relaciones interpersonales, fantasías, sueños, miedos relacionados con la muerte o el suicidio, estilos de vida, cambios recientes, como hábitos alimenticios, problemas de sueño, rutinas y patrones sexuales, información sobre éxitos y aspectos positivos, reacción de los informantes ante la muerte, otros de interés.
- (b) Escena del crimen: la importancia de la información recabada en la escena del crimen contará con una inspección exhaustiva del lugar donde ocurrió el deceso, buscando evidencias relevantes.





- (c) Entrevistas: la realización de entrevistas estructuradas a las personas cercanas al fallecido, a fin de adquirir información sobre su personalidad, comportamiento y entorno.
- (d) Documentación: se revisa y analiza documentos personales del fallecido. Resulta importante revisar la carpeta fiscal de la investigación en curso para la obtención de información relevante.

(2) Análisis de la información

- (a) Perfil psicológico: La obtención del perfil psicológico del fallecido, se basará en la información recopilada y la aplicación de los modelos de análisis retrospectivo.
- (b) Interpretación de datos: análisis de la información obtenida en la escena del crimen, de las entrevistas y documentación recabada.
- (c) Análisis del modo de muerte: categorización del fallecimiento de la persona, pudiendo ser suicidio, accidente, homicidio o muerte natural.

(3) Elaboración del informe psicológico retrospectivo

- (a) Resumen de la investigación

Elaboración de un informe que resume el proceso de triangulación del análisis realizado y las conclusiones obtenidas.

- (b) Recomendaciones

Para tal efecto, Chinchilla (2025) menciona que dentro de las investigaciones de la comunidad científica existe metodología descrita a través del tiempo; así, en el ámbito militar y policial se encuentra como modelo de “autopsia psicológica” más utilizada el propuesto por el Department of the ARMY U.S.A. (1988). Además, la guía propuesta por Gelles (1995) que explora 24 dimensiones y 182 preguntas; presenta las escalas de intencionalidad y letalidad para la conducta suicida; la cual fue estudiada y traducida por los autores Torrez y Manzano durante el año 2004; se basa en una entrevista semiestructurada que evalúa 24 áreas con 182 preguntas guía.

Otra guía de preguntas es la titulada SSIPA, la cual fue propuesta por Werlang y Botega en 2003, se describe como una entrevista semiestructurada con 69 ítems, dividida en 4 módulos; es útil para evitar la omisión de información importante y una forma más acertada para tomar decisiones con las que se puedan concluir la muerte de la víctima. La guía más utilizada en Latinoamérica es la MAPI, la cual fue propuesta por García-Pérez en 2007; entrevista estructurada con respuestas cerradas, esto para minimizar los sesgos subjetivos, cuenta con 60 dimensiones y un conjunto de pruebas para investigar muertes por homicidio.

Según los objetivos planteados en el análisis retrospectivo, se puede utilizar diferentes herramientas de indagación como la entrevista semiestructurada, guías de preguntas o protocolos; así también, dentro de las entrevistas se puede utilizar diferentes instrumentos que ayuden a una indagación más profunda, mientras se encuentren validados dentro de la comunidad científica a la fecha del análisis. Según Santa Cruz et al (2022), desde la postura epistemológica que sustenta este análisis metodológico del análisis retrospectivo, se considera oportuno señalar cuatro criterios científicos que aportarán rigor y objetividad a dicha actividad pericial, como son integrar la metodológica cualitativa, fenomenológica, estudio de caso y triangulación.



En primer lugar, se destaca la vinculación del análisis retrospectivo con el enfoque metodológico propio de la investigación cualitativa, lo cual se refleja tanto en la intención con la que se recolecta la información como en la forma en que ésta es analizada posteriormente. La investigación cualitativa tiene como objetivo comprender los fenómenos en su contexto habitual, a través de descripciones detalladas de situaciones, eventos, personas, interacciones y documentos, entre otros; por lo que la descripción cualitativa aporta información valiosa que puede integrarse con los hallazgos de otras disciplinas forenses afines.

En segundo lugar, destaca la importancia de estructurar la investigación desde un enfoque fenomenológico, el cual guarda coherencia con la metodología cualitativa previamente mencionada. Este enfoque tiene como objetivo principal comprender y describir el fenómeno estudiado a partir de las experiencias subjetivas y significados atribuidos por los entrevistados. Desde esta perspectiva, se comparte el principio criminológico que sostiene que ninguna muerte es igual a otra.

El análisis de casos individuales permite interpretar y analizar la información desde una lógica inductiva, partiendo de situaciones concretas para sustentar la causa y el mecanismo de muerte. La fenomenología, como enfoque interpretativo, facilita la comprensión profunda de los hechos desde la complejidad de los significados atribuidos al fenómeno. Para Fuster (2019), la fenomenología permite establecer vínculos entre la objetividad y subjetividad presentes en cada experiencia humana, entendiendo los relatos no solo desde su contenido literal o físico, sino desde una perspectiva normativa, valorativa y práctica.

Un tercer componente metodológico relevante es el uso del estudio de caso como estrategia de investigación. El estudio de caso permite analizar el objeto de estudio dentro de su contexto natural, utilizando de forma simultánea diversas fuentes de evidencia tanto cualitativas como cuantitativas. Este enfoque es especialmente adecuado para comprender realidades complejas, identificar relaciones causales, elaborar descripciones detalladas, construir teorías o validar marcos teóricos exploratorios o explicativos. También es útil para analizar procesos de cambio en el tiempo y abordar fenómenos ambiguos, inciertos o difíciles de definir.

La relevancia de esta metodología en el análisis retrospectivo radica en que permite una comprensión más profunda del contexto y de los relatos de los entrevistados. Preguntas fundamentales como el “cómo” y el “por qué” de los hechos se abordan mediante esta estrategia. Para garantizar la calidad de los resultados obtenidos a través del estudio de caso, se recomienda aplicar técnicas como la triangulación, identificar patrones comunes, establecer relaciones entre variables y llevar un registro detallado del proceso.

En cuarto lugar, se resalta la importancia de la triangulación científica como medio para fortalecer la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos mediante los instrumentos y técnicas aplicadas. La triangulación consiste en el uso combinado de distintos métodos cualitativos y cuantitativos, diversas fuentes de datos, teorías, investigadores o contextos en el análisis de un fenómeno. Esta técnica busca identificar patrones de coincidencia entre diversas fuentes, lo que aumenta la robustez de los hallazgos.

Denzin y Lincoln (2000) distinguen cuatro tipos de triangulación: metodológica, de datos, de investigadores y de teorías. En el contexto de la investigación cualitativa, integrar la triangulación con la formulación y contraste de hipótesis favorece la solidez científica de los resultados. En el caso específico del análisis retrospectivo, su credibilidad aumenta



significativamente cuando los hallazgos están respaldados por esta estrategia metodológica.

En resumen, los cuatro componentes metodológicos expuestos enfoque cualitativo, perspectiva fenomenológica, estudio de caso y triangulación forman un conjunto coherente y complementario desde el punto de vista de su aplicación práctica. En este sentido, un análisis retrospectivo diseñado con base en estos elementos permitirá una mejor exploración del estado mental, del comportamiento y del contexto situacional de fallecimientos en los que la causa o el mecanismo de muerte no ha podido ser determinado con claridad. La articulación intencional de estos recursos metodológicos permitirá que la información proveniente de fuentes secundarias contribuya de manera significativa al esclarecimiento de las circunstancias que rodearon la muerte.

El perito psicólogo forense debe realizar dicha actividad pericial posibilitando un mejor estudio del estado mental, comportamental y situacional del caso en el cual no sea posible establecer la causa y el mecanismo de muerte o por el contrario cuando la causa se encuentra determinada, siendo una necesidad del operador de justicia solicitar dicho análisis; llevando a cabo los procedimientos de manera rigurosa, con una metodología científica que avale sus hallazgos y tengan la validez y sustento legal suficiente para contribuir con la justicia.

c) Análisis psicológico en material diverso

Es una técnica dentro del ámbito de la psicología forense que consiste en la evaluación e interpretación del contenido psicológico presente en diversos tipos de documentos y materiales escritos o visuales, cuyo objetivo es comprender aspectos como: estados emocionales, rasgos de personalidad, procesos cognitivos, motivaciones, o patrones relacionales; funcionando como una forma de observación indirecta a través de las "huellas psicológicas" dejadas en el material.

Ackerman (2010), refiere que este tipo de análisis comprende la aplicación de principios y conocimientos de índole psicológico para interpretar el significado latente y manifiesto en comunicaciones escritas o verbales, buscando comprender la dinámica psicológica subyacente. Es fundamental que este análisis sea realizado por un profesional de la psicología con formación específica en evaluación psicológica y, preferiblemente, en psicología forense, para garantizar la rigurosidad y la validez de las interpretaciones.

i) Importancia

La importancia de este tipo de análisis radica en su capacidad para aportar información valiosa en contextos donde la evaluación directa del individuo no es posible o es complementaria. Este análisis busca aportar información útil en diversos campos, desde la investigación criminal, donde se intenta comprender los determinantes psicológicos del comportamiento delictivo, hasta contextos clínicos o de investigación donde se profundiza en la experiencia subjetiva. La meta es ir más allá del contenido manifiesto para interpretar significados y patrones subyacentes.

ii) Actividad pericial

(1) Tipos de evaluación de documentos y material

(a) Análisis cualitativo de contenido

Sus aspectos fundamentales son el texto y el contexto en el que éste se enuncia y ambos integran los datos que habrán de analizarse. Esta técnica no requiere de la cuantificación; sin embargo, puede proveer indicadores cuantificables si el analista los requiere (Andréu,



2001; Cáceres, 2003). Las reglas analíticas empleadas en esta técnica consisten en deducciones y/o inducciones realizadas con los datos obtenidos de los diversos contenidos. La utilización de estas reglas depende del nivel de conocimiento que sobre el objeto de estudio tenga el analista, así como de su interés de investigación (Andréu-Abela, 2001).

Esta técnica se caracteriza por combinar la observación y producción de los datos, así como por su interpretación o análisis. En cuanto a la observación y producción de datos, la técnica permite al analista retroalimentarlos desde la interpretación que de ellos realiza; por su parte, la interpretación o análisis de datos la realiza con base en lo que el comunicante expresó en los datos obtenidos dentro de un contexto determinado, ejemplo de ello son las respuestas obtenidas de una entrevista psicológica estructurada o de los datos latentes, no expresados explícitamente, durante ésta (Velandia y López, 2008).

El análisis psicológico se puede realizar en diversos materiales, entre los más comunes tenemos los siguientes:

- Notas y manuscritos

Incluyendo notas de rescate, amenazas, confesiones o simplemente anotaciones personales; es importante señalar que el análisis grafológico puede complementar el análisis de contenido.

- Cartas y correos electrónicos

Pueden revelar el estado emocional, las relaciones interpersonales, planes o intenciones. Las cartas de suicidio, por ejemplo, son objeto frecuente de análisis para comprender los factores desencadenantes.

- Diarios personales

Ofrecen una visión íntima de los pensamientos, sentimientos y experiencias del individuo a lo largo del tiempo.

- Documentos

Se considera las historias clínicas, informes psicológicos y otros documentos que tienen valor legal o formal y puede contener expresiones emocionales o justificaciones que aporten información psicológica de interés.

- Publicaciones en redes sociales y blogs

Reflejan la autoimagen, las interacciones sociales, intereses y posibles preocupaciones o malestares.

- Grabaciones de audio y video

Permiten analizar no solo el contenido verbal, sino también el tono de voz, las pausas, el lenguaje no verbal (en videos) y las emociones expresadas.

- Dibujos y producciones artísticas.

Especialmente relevantes en la evaluación de niños o personas con dificultades para la expresión verbal. Pueden proyectar conflictos internos, miedos o traumas. Hammer



(1997) destaca la utilidad de las técnicas proyectivas gráficas como el dibujo de la figura humana o el test del árbol para acceder a aspectos inconscientes de la personalidad.

iii) Aspectos a tomar en cuenta

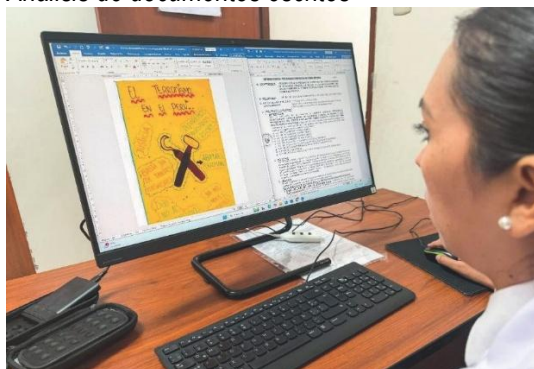
Para que el psicólogo forense realice este procedimiento es crucial que se aborde con rigor metodológico, lo que implica:

- Establecer objetivos claros y definir qué se busca comprender o evaluar a través del análisis.
- Utilizar un marco teórico sólido para fundamentar las interpretaciones en teorías psicológicas reconocidas.
- Ser objetivo y evitar sesgos. El analista debe ser consciente de sus propias preconcepciones y esforzarse por realizar una interpretación imparcial.
- Considerar el contexto, interpretando el material dentro de su contexto específico de producción (situación personal, cultural, temporal).
- Integrar múltiples fuentes de información, siempre que sea posible, complementar el análisis del material con otras fuentes de evaluación (entrevistas, pruebas psicológicas).
- Respetar la confidencialidad y la ética profesional, manejando la información obtenida con responsabilidad y de acuerdo con los códigos deontológicos.

El análisis psicológico de material diverso adquiere una relevancia particular en el ámbito forense y criminal, donde a menudo se trabaja con información indirecta o fragmentaria. En la psicología criminal, se emplea para comprender la conducta delictiva y los factores psicológicos que la influyen. Pinatel (1984) subraya que uno de los objetivos de la psicología criminal es formular un parecer sobre el delincuente, incluyendo un diagnóstico de peligrosidad, un pronóstico social y, eventualmente, un tratamiento para su reinserción.

El análisis de documentos puede contribuir a este objetivo al revelar rasgos de personalidad, motivaciones o procesos mentales del individuo que comete delitos. En el análisis de comunicaciones y actos criminales, se aplica al estudio del contenido psicológico de actos criminales específicos o de las comunicaciones asociadas a ellos, como pueden ser cartas anónimas, amenazas, comunicaciones en casos de secuestro, o incluso el análisis de patrones en ataques informáticos masivos para inferir características del autor. Soria (2006) destaca esta aplicación dentro de la psicología criminal.

Figura 489
Análisis de documentos escritos



Nota. Perito psicóloga forense realizando el análisis psicológico a publicaciones en redes sociales.





d) Análisis psicografológico forense

La psicografología forense es el estudio del análisis del contenido y del grafismo desde el punto de vista psicológico para describir los rasgos de personalidad en contextos legales y criminales. Los peritos de la escena del crimen hacen el recojo de indicios y/o evidencias, dentro de ellos escrituras de contenidos de tipo amenazante, extorsivos, de despedida u otros; los mismos que se convierten en objeto de estudio, a fin de realizar el análisis psicografológico forense.

i) Importancia

Su importancia no radica en su valor como prueba científica concluyente, sino en su potencial como herramienta de apoyo en la investigación; puede ser útil en la perfilación del delincuente; en casos de anónimos, cartas de extorsión o notas de amenazas; un análisis psicografológico puede ayudar a construir el perfil psicológico del presunto autor. Por ejemplo, la escritura podría sugerir un perfil impulsivo, metódico o con rasgos de agresividad, lo que ayudaría a estrechar el círculo de sospechosos.

También en notas de suicidio, el análisis de la escritura en una nota póstuma puede proporcionar información sobre el estado emocional del autor al momento de escribirla. Esto puede ser relevante para descartar o confirmar un posible homicidio, o para entender los motivos detrás del acto; además, en la evaluación de la mente del falsificador, un análisis psicografológico puede revelar el estado psicológico del falsificador al momento de cometer el fraude.

Los trazos lentos y temblorosos en una falsificación; por ejemplo, pueden indicar el estrés y la falta de confianza del falsificador al imitar una firma, lo que no tiene que ver con el estado psicológico del dueño de la firma; entre otros de interés forense.

ii) Actividad pericial

El análisis por parte de los peritos psicólogos forenses debe realizarse en base a dos criterios: análisis del contenido y análisis grafológico. Para dicho análisis se requiere una muestra escrita y espontánea. Antes del análisis, se debe conocer el sexo, edad y nacionalidad. El contenido del escrito proporciona indicadores psicológicos sobre el estado emocional o mental del autor, los mismos que junto a los resultados de la evaluación grafológica sirven para construir el perfil psicológico.

(1) Análisis grafológico

Análisis de los elementos constitutivos o formales de la escritura. Se realiza el análisis de los rasgos esenciales que hacen posible que la escritura exista, como trazos, líneas, letras, el espacio y la proporción.

(2) Análisis de los elementos estructurales de la escritura

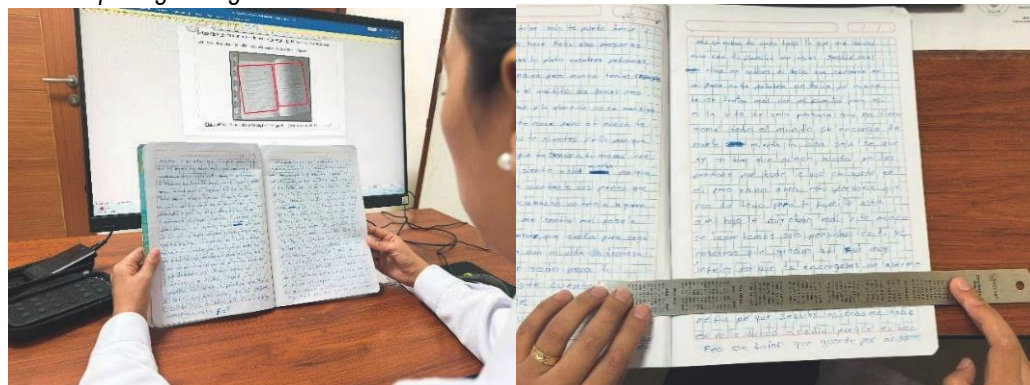
- (a) Forma: está referida al tipo de trazo predominante. Los trazos redondeados se asocian a la adaptabilidad, mientras que los angulosos pueden indicar rigidez, disciplina o agresividad.
- (b) Dimensión: comprende el análisis del tamaño de las letras, su altura y anchura. Un tamaño grande puede indicar extroversión, mientras que un tamaño pequeño puede sugerir introversión o timidez.



- (c) Dirección: se realiza sobre la observación de la línea base, se traza una línea imaginaria sobre el renglón escrito para ver si sube, baja, se mantiene o es irregular. La amplitud y constancia de la dirección puede ser estable a lo largo del texto o variar. Se compara entre párrafos y renglones, se observa si los cambios se mantienen en toda la escritura o aparecen solo en ciertos fragmentos.
- (d) Inclinación: una inclinación hacia la derecha suele indicar sociabilidad, una inclinación vertical se asocia a la estabilidad, y una inclinación hacia la izquierda puede reflejar introversión o resistencia al cambio.
- (e) Presión: es la fuerza o energía con que se aplica el instrumento gráfico sobre el papel. Normalmente, esa energía se produce de manera alterna, dando lugar a la sucesión de finos y gruesos trazos; y a la impresión de relieve de la escritura, aunque ese relieve puede también lograrse sin presión. Una presión fuerte se asocia con energía, vitalidad y determinación, mientras que una presión débil puede indicar sensibilidad o falta de energía.
- (f) Velocidad: una escritura rápida se relaciona con agilidad mental e impulsividad, mientras que una escritura lenta puede reflejar prudencia o metodicidad.
- (g) Orden: se refiere a la organización del texto en la página. El perito examina los márgenes, los espacios entre palabras, líneas y párrafos, y la distribución general del escrito. Un orden claro y regular suele indicar una mente metódica, mientras que el desorden puede sugerir falta de disciplina o confusión.
- (h) Continuidad: letras ligadas o desligadas; ligadas se interpreta como dependencia, necesidad de vínculos; desligadas como autonomía, individualismo.

El análisis psicografológico se basa en la interpretación conjunta del total de estos elementos, dando como resultado los rasgos para construir el perfil de personalidad del individuo involucrado en un hecho delictivo.

Figura 490
Análisis psicografológico



Nota. Perito psicóloga forense realizando el análisis psicografológico a un cuaderno con manuscritos pertenecientes a un presunto autor en caso de suicidio.

(3) El análisis psicografológico en los trastornos de la personalidad

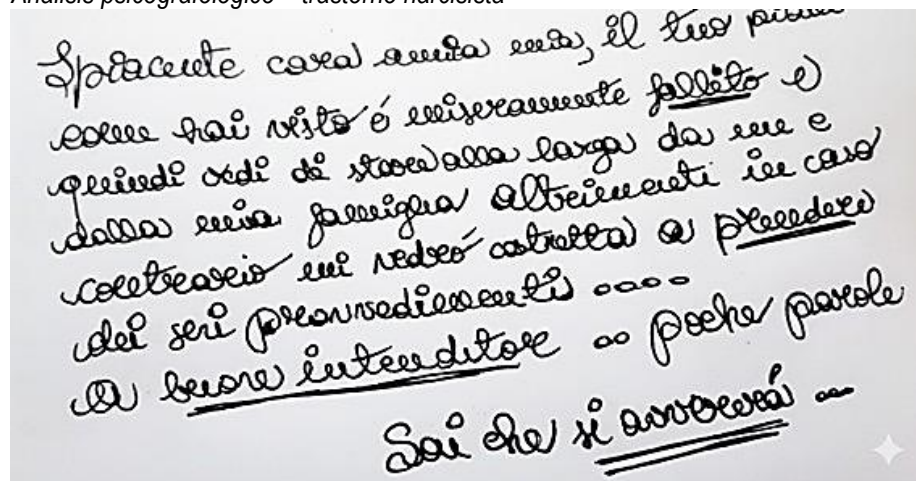
Galvano (2023) menciona que el análisis psicografológico se realiza a fin de describir los rasgos de personalidad de un individuo mediante el análisis de su escritura espontánea; por lo que a continuación se detalla algunas características esenciales en cada tipo de trastorno de la personalidad:

(a) Trastorno de personalidad narcisista

La característica esencial de dicho trastorno es un patrón de superioridad, una necesidad de admiración y una falta de sensibilidad hacia los demás. Un narcisista se describe comúnmente como alguien que actúa de forma egocéntrica o vanidosa. Padece de este tipo de trastorno dificulta la relación con los demás o una autoestima genuina. Puede afectar las relaciones con familiares, amigos y colegas, especialmente debido a la poca o nula empatía. En el análisis psicografológico generalmente evidencian algunas características, las más notables incluyen la escritura en mayúsculas, las curvas decorativas, los círculos sobre las "i" y la tendencia a "ahorrar" el máximo espacio posible entre letras e incluso entre palabras, casi como si no se levantara el bolígrafo del papel, creando una sensación de continuidad.

Figura 491

Análisis psicografológico – trastorno narcisista



Nota. Tomado de Galvano (2023).

(b) Trastorno de personalidad antisocial

Es un trastorno de salud mental que afecta los pensamientos, percepciones, sentimientos y relaciones de una persona. Se caracteriza por un desprecio generalizado por las normas y leyes, lo que lleva a las personas afectadas a cometer actos imprudentes e ilegales para beneficio personal o placer sin remordimiento. En el análisis psicografológico, se evidencia generalmente que su escritura tiende a ser inconexa, dejando espacios entre palabras, letras y líneas, lo que simboliza la soledad y la incapacidad de formar relaciones sanas y duraderas.

La escritura a mano en negrita o infantil es común, lo que refleja el deseo de transmitir mensajes sin considerar la legibilidad. De igual manera, al igual que en los comportamientos ilícitos, su escritura no respeta los márgenes ni las líneas, lo que demuestra una actitud invasiva, impulsiva y poco controlada.



Figura 492
Análisis psicografológico

Is definition unknown... i want happiness. Abandonment is
present for the martyr. My thoughts ~~are~~^{are} in want to
~~stay~~ in. I want to find a room in the great hall &
stay. Here in my love & never sadness seems infinite,
A little skill of happiness shines around. Yet the pain
despair overcomes in this lifetime. How long I remain
Religion Dumbly Spill Head
presto G.H.H. not broken in

(c) Trastorno depresivo

La depresión, un trastorno generalizado del estado de ánimo, afecta profundamente diversos aspectos de la vida diaria, generando tensión en las relaciones y obstaculizando el rendimiento académico y profesional. Los síntomas abarcan aspectos cognitivos, afectivos, volitivos/motivacionales y conductuales, que se reflejan en una disminución de la concentración, tristeza marcada, fatiga y cambios en el apetito y los patrones de sueño. En el análisis psicografológico, se evidencia algunos signos potencialmente indicativos de depresión que incluyen una línea de base descendente, presión leve, cruces de "T" bajos, una firma descendente o borrada y dificultad para mantener la línea de base.

Las comparaciones, especialmente antes y durante un presunto episodio depresivo, mejoran la precisión. Un perfil psicografológico considera todo el contexto de la escritura, observando los cambios en la presión, el espaciado, los cruces de "T" y la línea de base. Por ejemplo, una línea de base ascendente sugiere idealismo, mientras que una presión ligera y una energía baja indican un posible "fondo depresivo" en la escritura.

Figura 493
Análisis psicografológico – trastorno depresivo

Le pensiero correva da mezzogiorno
+ forte, da un'idea di probare me
ps. verso cuscini all'esterno a all'inter
e all'inter esterno nella pancia. L'idea
e nella scrittura nell'inter
le più scure sono le malinconie
e le sfumature delle cose negative
Nell'aspetto intellettuale e nella

Nota. Tomado de Galvano (2023).



(4) El análisis psicografológico en la construcción del perfil psicológico del delincuente

La perfilación criminal implica delimitar el grupo de sospechosos mediante el análisis de las acciones del delincuente para inferir rasgos de personalidad. El análisis psicografológico contribuye en analizar documentos escritos para crear un perfil psicológico del delincuente.

El enfoque inicial se centra en la escena del crimen como "escena comunicativa", extrayendo información sobre el modus operandi (comportamiento delictivo) y la firma (comportamiento que responde a necesidades psicológicas). El FBI distingue entre homicidios organizados y desorganizados, lo que refleja distintos rasgos de personalidad. El análisis psicografológico, aporta información sobre la inteligencia, la creatividad, la agresividad y las obsesiones.

Los detalles psicografológicos contribuyen a un perfil de personalidad completo, junto con el análisis de la evidencia conductual en la escena del crimen. Para definir perfiles criminales se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La escritura es una prueba proyectiva, no infalible; se debe considerar que el grafo cambia, dependiendo de la hora del día, del estado de ánimo del escritor y de los elementos escriturales como el papel y el lápiz.
- Se debe hacer una valoración global y particular de las letras tipo, antes de realizar el análisis general.
- Lo primero que se debe valorar es la presión, ello evitará que la manipulación de la hoja altere la presión de los grafos y se realicen interpretaciones equivocadas.
- Lo último que se debe realizar es leer el texto del escritor, comprendiendo que esta lectura puede sesgar la interpretación y nos podemos dejar llevar por el contenido de la palabra y no por el simbolismo de las letras.

Asimismo, para el análisis psicografológico se deben tener en cuenta, entre otros, los siguientes criterios:

- La letra legible representa claridad de ideas.
- Si hay manchas de tinta se interpreta según los otros elementos, como: estrés, dolencia física, acumulación de energía, es una zona de congestión.
- Los choques de líneas evidencian conflictos.
- ¿Qué predomina en la hoja? Si lo escrito nos muestra a un sujeto activo, si es en blanco a un sujeto pasivo que toma tiempo para la acción. En términos generales el espacio representa cómo se relaciona el sujeto con el ambiente.
- El margen tiene que ver con el respeto a la norma, el gusto, la introversión.
- Todo lo que sea por déficit o por exceso es índice de síntoma en alguna área; representa una anomalía.
- Es de vital importancia leer los espacios en blanco y las omisiones.

e) Análisis de la evidencia conductual en la escena del crimen

El análisis de la escena del crimen es el proceso de investigar y reconstruir los hechos acontecidos en torno a un delito, examinando la evidencia conductual para reconstruir la dinámica de los hechos.



i) Importancia

Según Hernández (2014), constituye el foco de interés criminal y el escenario donde se ha consumado un hecho delictivo. Su análisis forense es fundamental, pues es el repositorio de evidencia física, indicios y rastros que, a través de la criminalística de campo, permiten no solo reconstruir la dinámica de los hechos, sino también establecer el modus operandi del victimario y, potencialmente, su identificación fehaciente. La correcta preservación y procesamiento de este lugar garantizan la integridad de las pruebas, siendo clave para el éxito del proceso penal y la determinación de la verdad.

ii) Actividad pericial

El perito psicólogo forense participa en el análisis de la evidencia conductual en la escena del crimen como en la reconstrucción de la escena del crimen, que a continuación se detallan:

(1) Escena del crimen

Para Galvis-Castañeda (2008), el análisis de la evidencia conductual en la escena del crimen es un proceso crucial para reconstruir los eventos, identificar patrones y comprender la motivación del delincuente. Se centra en la interpretación de la evidencia física, las acciones de la víctima y del victimario, y las características de la escena del crimen para inferir el comportamiento del autor. Se realiza desde tres aspectos: el análisis conductual que comprende a su vez el análisis del acto criminal (modus operandi, firma y escenificación); evaluación de la escena del crimen y el análisis a la víctima; así también, abarca el perfil geográfico y la huella de la conducta (planeación, control, grado emocional el nivel de riesgo).

Como concepto, la evidencia conductual es cualquier acto u omisión indicativo de un patrón de conductas del autor del delito. La principal ventaja de este concepto frente al de evidencia física, es que mientras que éstas pueden eliminarse, intencional o accidentalmente, las conductuales no. El agresor puede usar guantes para evitar dejar huellas, pero sus acciones habrán provocado unas consecuencias a partir de las cuales inferir qué comportamientos realizó y qué pudo motivar esas acciones. Como desventaja queda el hecho de que el peso probatorio de las evidencias físicas frente a las conductuales es, sustancialmente, mucho mayor, de tal modo que podemos llegar a considerar a las evidencias físicas como un medio de prueba, mientras que las evidencias conductuales serán, fundamentalmente una herramienta de investigación.

(a) Análisis de la evidencia conductual

(i) Análisis del acto criminal

Las categorías de análisis conductual en la escena del crimen incluyen el modus operandi, la firma y la escenificación, con los que se puede realizar una estimación probable del objetivo de cada comportamiento emitido y percibido en la escena (Turvey, 2002).

Una vez que estas categorías se definen con precisión, es posible analizar otros aspectos del comportamiento del agresor, como el grado de planificación del acto, sus destrezas específicas según el tipo de delito, su capacidad para controlar la situación, y, a las víctimas, el nivel de carga emocional implicado, así como los factores particulares que hicieron a una persona vulnerable a ser elegida como víctima. También



se evalúa el riesgo asumido por la víctima y el nivel de exposición al que se sometió el agresor al cometer el delito (Turvey, 1997, 1999a, 1999b).

Galvis-Castañeda (2008), define las tres categorías de la siguiente manera:

El *modus operandi* (MO): se refiere al conjunto de métodos y procedimientos utilizados por un delincuente para llevar a cabo un acto criminal. En términos simples, describe la forma específica en que el agresor ejecuta el delito. Este patrón abarca la selección de la víctima, el lugar donde se comete el crimen, los instrumentos empleados, la metodología utilizada, así como el modo en que aborda y controla a la víctima.

El *modus operandi* no es estático; evoluciona con el tiempo, adaptándose y mejorándose a medida que el delincuente comete más actos delictivos. Con cada experiencia, el agresor refina sus técnicas con el objetivo de aumentar la eficacia del delito y minimizar el riesgo de ser capturado o identificado. Este proceso le proporciona mayor seguridad y habilidad en sus acciones.

La firma o la tarjeta de presentación del delincuente: Esta manifestación conductual se refiere a aquellas acciones que exceden lo estrictamente necesario para ejecutar el delito, y que responden a una necesidad interna del delincuente, ya sea emocional, psicológica o profundamente personal.

Estas conductas son únicas en cada individuo y tienden a mantenerse constantes a lo largo del tiempo, independientemente de su experiencia delictiva. Ejemplos de ello pueden ser la forma específica en que selecciona, se aproxima o interactúa con la víctima, los patrones particulares de comunicación verbal y no verbal, o el uso de una fuerza desproporcionada más allá del simple control físico.

La firma criminal constituye un elemento relativamente invariable del comportamiento del agresor, y su identificación facilita establecer vínculos entre diferentes casos cuando han sido cometidos por el mismo autor o grupo. Además, este patrón distintivo ayuda a distinguir entre crímenes genuinos y aquellos llevados a cabo por imitadores.

(ii) Motivación:

Al examinar una escena del crimen, es posible identificar ciertos elementos que, en apariencia, no guardan una relación directa con la comisión del delito, pero que dificultan la comprensión del verdadero motivo que lo originó. Estos elementos pueden ser producto de una escenificación (*staging*); es decir, de una manipulación intencional del lugar de los hechos por parte de alguien antes de la llegada de los investigadores.

Este tipo de comportamiento suele inducir a interpretaciones aparentemente lógicas pero engañosas, orientando a los investigadores hacia una lectura distorsionada del evento, e incluso hacia un sospechoso que encaja fácilmente en esa narrativa. Generalmente, este proceso implica la colocación deliberada de evidencias falsas o manipuladas, con el objetivo de desviar la atención de la investigación. Cuando los indicios encontrados parecen estructurar demasiado fácilmente la secuencia del crimen, suelen aparecer también pequeños detalles en principio insignificantes que no encajan con la hipótesis inicial.





Dichos elementos son conocidos como "banderas rojas", señales de advertencia que, al ser reconocidas, obligan a los investigadores a replantear la línea de tiempo o el desarrollo del caso, dificultando inicialmente la labor investigativa, pero también permitiendo desenmascarar la escenificación y reorientar adecuadamente el análisis.

Las motivaciones detrás de esta manipulación pueden ser diversas: desviar la investigación de un sospechoso específico, proteger a personas cercanas a la víctima o evitar el estigma social que ciertos detalles podrían acarrear. En muchos casos, quien intenta manipular la escena mantiene una relación cercana con la víctima, ya sea como autor del delito o como alguien con conocimiento directo de los hechos. Este sujeto suele mostrarse colaborador, intenta influir en la dirección de la investigación, y desvía la atención hacia otros, ocultando su verdadera implicancia (Turvey, 2002)

Cabe señalar que una misma conducta puede cumplir múltiples funciones dentro de la escena del crimen, integrándose simultáneamente al *modus operandi*, a la firma personal del delincuente y a la escenificación. Por ejemplo, fingir ser un funcionario público mediante el uso de ropa elegante, portar identificaciones falsas y mostrarse amable con la víctima, puede constituir tanto una técnica operativa como una expresión personal del agresor y una estrategia de manipulación de la escena. Elementos como la calidad del vestuario, el lenguaje utilizado, el nombre falso elegido o el tipo de víctima seleccionada.

(b) Proceso de análisis

- (i) Determinar las circunstancias de tiempo, modo y lugar de ocurrencia de los hechos: Una vez que el equipo multidisciplinario ha recolectado los indicios y se efectuaron los requerimientos al laboratorio criminalístico, se debe hacer un ejercicio de razonamiento para estructurar el contexto de la investigación y determinar las posibles líneas de investigación a seguir.
- (ii) Análisis del nivel de riesgo de la víctima: Posterior al examen de las actividades rutinarias y el perfil victimológico, se procede a determinar el nivel de riesgo de la víctima, por su estilo de vida y el nivel de riesgo situacional. Se tiene en cuenta las siguientes categorías enunciadas por Turvey (2016):
 1. Bajo: son aquellas que rara vez están expuestas a la posibilidad de sufrir daño o pérdida (por ejemplo, menos de una vez a la semana). Estas víctimas rara vez se involucran en conductas o se ponen en posiciones que incrementen su exposición o vulnerabilidad a experimentar daño o pérdida.
 2. Medio: son aquellas que están expuestas a la posibilidad de sufrir daño o pérdida con menos frecuencia (por ejemplo, de 1 a 3 días a la semana). Un ejemplo es un estudiante universitario que se involucra en el consumo excesivo de bebidas hasta el punto de intoxicación todos los fines de semana.
 3. Alto: son aquellas que están expuestas a la posibilidad de sufrir daño o pérdida muy a menudo (por ejemplo, de cuatro a seis días a la semana). Estas víctimas se encuentran frecuentemente expuestas a elementos dañinos; sin embargo, dicha exposición no es constante.



4. Extremo: son aquellas que están expuestas a la posibilidad de sufrir daño o pérdida todos los días (por ejemplo, siete días a la semana).

- (iii) Creación de líneas de tiempo: realizar una lista de las rutinas diarias, los hábitos y las actividades de la víctima.

Crear una línea de tiempo de eventos general del caso, mediante declaraciones de testigos, evidencias digitales y evidencia física, para conocer el contexto de la vida o circunstancias que rodean los hechos. Crear una línea de tiempo de las 24 horas previas al incidente (ataque, desaparición, abuso sexual, violación, agresión, muerte), mediante declaraciones de testigos, evidencias digitales y evidencia física, para conocer las situaciones que pudieron precipitar la victimización y al mismo tiempo identificar a personas o lugares que pudo visitar la víctima de los cuales se puede obtener mayor información en contexto con el delito.

- (iv) Creación de tabla de datos de vínculos: listado de miembros de la familia de la víctima con la información de contacto.

1. Listado de compañeros de trabajo de la víctima con la información de contacto.
2. Listado de lugares o sitios relacionados con la víctima y su información de contacto.

Organizar los datos, permitirá conocer cuáles son las falencias, debilidades y oportunidades en la investigación, los ítems donde la información es insuficiente o ausente, debe resaltarse como “no se documentó” para que el encargado de adelantar el caso oriente las preguntas que podría hacerle a las personas (allegados, conocidos, familiares, testigos, etc.), que aporten datos de la víctima y realizar la evaluación de riesgo de manera más completa y perfeccionar la investigación

- (c) Análisis de la escena del crimen

Figura 494

Intervención del perito psicólogo en la escena del crimen



Nota. Peritos psicólogos forenses analizando la evidencia conductual en una escena del crimen (presunto suicidio).





Según Turvey (2016), el análisis en la escena del crimen debe abarcar:

- (i) Características del lugar de los hechos
- (ii) Tipo de ubicación:
- (iii) Ubicación del lugar de los hechos
 - 1. Tipo de escena
 - 2. Punto de entrada/salida
- (iv) Selección de la víctima
 - 1. Víctima de selección
 - 2. Víctima de oportunidad.
- (v) Ubicación de las víctimas.
- (vi) Número de agresores.
- (vii) Punto de contacto.
- (viii) Método de acercamiento
 - 1. Sorpresa
 - 2. Engaño
 - 3. Confianza pre existente.
- (ix) Método de ataque.
- (x) Método de control.
- (xi) Uso de la fuerza.
 - 1. Fuerza letal
 - 2. Fuerza administrativa
 - 3. Fuerza brutal
 - 4. Sevicia (overkill)
 - 5. Fuerza orientada al control
 - 6. Fuerza correctiva
 - 7. Fuerza defensiva
 - 8. Fuerza preventiva
 - 9. Fuerza experimental
- (xii) Tortura física
- (xiii) Fuerza sexual
- (xiv) Uso de armas
- (xv) Respuesta de la víctima
- (xvi) La conducta verbal
- (xvii) Actos sexuales





(xviii) Tiempo

(xix) El cuerpo

(xx) Evidencia de planificación:

1. ¿Qué trajo o llevó el delincuente?
2. ¿Qué utilizó el delincuente de la escena?
3. ¿Qué se llevó el delincuente?
4. ¿Cómo se lo llevó de la escena?
5. ¿Cuántos delincuentes participaron en la comisión del delito?
6. ¿Fue la víctima seleccionada?

(xxi) Tipo y cantidad de vehículos utilizados

(xxii) Actos de precaución

(xxiii) Actos contradictorios

(xxiv) Elementos de oportunidad

(xxv) Elementos ausentes

(xxvi) Elementos ausentes

(d) Perfil geográfico

Galvis-Castañeda (2008), es posible identificar patrones de conducta delictiva que se manifiestan en zonas geográficas específicas, usualmente concentradas cerca del entorno habitual del agresor. Esta estrategia de análisis es conocida como perfil geográfico y permite determinar los esquemas de localización y desplazamiento del delincuente.

Su aplicación puede centrarse tanto en un único hecho criminal con múltiples escenas (primarias y secundarias), como en la identificación de ubicaciones principales de varios crímenes con características similares.

Este tipo de perfil requiere la delimitación precisa de la ubicación geográfica de cada suceso delictivo y sus componentes, siendo especialmente útil en casos de criminalidad serial. Los infractores recurrentes suelen presentar una preferencia definida por determinados sectores o espacios para cometer sus delitos y seleccionar a sus víctimas.

Estos lugares no son aleatorios, sino que poseen un valor cognitivo y emocional para el delincuente, dado su conocimiento previo del área, sensación de control, rutas de escape o refugio, entre otros factores. En consecuencia, forman parte activa de su modus operandi. Con frecuencia, estos sitios coinciden con áreas vinculadas a su entorno laboral, social o residencial, facilitando tanto el acceso como la huida tras el crimen.

(e) Huella de conducta

Galvis-Castañeda (2008), menciona que, en el ámbito del análisis de conducta, diversos indicadores físicos se interpretan como medidas indirectas de acciones humanas, evaluadas en función de su frecuencia, duración e intensidad. Estos indicadores se conocen como rastros o huellas conductuales, y permiten al psicólogo forense o perfilador criminal identificar cuándo ocurrió una conducta, cuánto duró, con qué intensidad se





manifestó y en qué momento finalizó.

En una escena del crimen, es posible encontrar múltiples manifestaciones físicas que corresponden al comportamiento de los involucrados. Cada acto realizado puede dejar una marca en el entorno físico, y a partir de estas huellas, el analista puede inferir las acciones realizadas por los participantes y formular una reconstrucción hipotética de la dinámica conductual del hecho.

Cabe señalar que la evidencia física por sí sola no siempre constituye una huella conductual directa. Para considerarla como tal, es indispensable contextualizarla en tiempo y espacio, es decir, ubicarla dentro del marco general y particular del suceso investigado.

Además, ni la identificación de conductas ni la reconstrucción de los hechos deben considerarse automáticamente como pruebas concluyentes. De hecho, es preferible evitar el término "evidencia psicológica", ya que el análisis de comportamiento debe entenderse como una hipótesis de trabajo que orienta la investigación y permite desarrollar estrategias que posteriormente deben ser validadas empíricamente.

Cuando estas hipótesis se confrontan con evidencia objetiva que cumple con los criterios de validez y confiabilidad exigidos por el sistema de justicia, pueden ser confirmadas o descartadas. A partir de las categorías conductuales previamente descritas, se pueden establecer subcategorías específicas para analizar más a fondo las huellas conductuales presentes en un caso criminal, ayudando a perfilar con mayor precisión al agresor.

Para O'Toole (1999) destaca entre estas subcategorías elementos clave como el grado de planeación, nivel de control del agresor, carga emocional involucrada y el riesgo asumido tanto por la víctima como por el perpetrador.

f) Entrevista única en cámara Gesell

La entrevista única en cámara Gesell es una actividad pericial cuyo propósito es obtener el testimonio de víctimas y testigos de violencia, a través de la aplicación de métodos, técnicas y protocolos validados por la comunidad científica, aunado a la historia psicográfica, estado mental y la aplicación de instrumentos; con ello se determina si existe o no afectación psicológica.

Asimismo, esta entrevista está regida por principios fundamentales, como la no revictimización y el principio de interés superior del niño, que permite recibir el testimonio de la población vulnerable (menores de edad, mujeres y testigos, víctimas de delitos contra la libertad sexual, violencia familiar, tortura, etc.), con la participación de un psicólogo y en un ambiente denominado cámara Gesell.

i) Tipos de entrevista única en cámara Gesell

(1) En menores de edad

La entrevista única en cámara Gesell para niños es un proceso específico dentro de las investigaciones judiciales que tiene como objetivo obtener información testimonial de niños víctimas de violencia u otros delitos.

La entrevista se realiza en un entorno controlado, como la cámara Gesell, y es llevada a cabo por un profesional psicólogo forense capacitado no solo en técnicas de entrevista, sino también en psicología del desarrollo; entre otros, evitando la revictimización y dando prevalencia al



principio del interés superior del niño, con la participación de un fiscal y un juez especializado en casos de violencia.

Figura 495

Entrevista única en cámara Gesell, a menor de edad



Nota. Perito psicóloga forense realizando entrevista única a menor de edad por el presunto delito contra la libertad sexual.

(2) En adultos

La entrevista única en cámara Gesell no suele aplicarse en adultos, ya que fue concebida principalmente para niños y adolescentes, con el objetivo de obtener sus testimonios en un entorno controlado que reduzca el impacto emocional y favorezca la exactitud de la información.

No obstante, es posible adaptar esta metodología para ciertos casos específicos que involucren a personas adultas, especialmente en situaciones de violencia de género u otros contextos donde sea fundamental ofrecer un ambiente de protección y confianza para la declaración.

ii) Infraestructura de cámara Gesell

Dicha instalación se compone de una sala de entrevista, una sala de observación y una sala de espera, las cuales están separadas por un vidrio espejado, conforme a estándares internacionales.

Figura 496

Infraestructura de Cámara Gesell



Nota. Ambientes de cámara Gesell de la DIVLACRI DIRCRI PNP.



Las ventajas que ofrece dicha infraestructura radican en lo siguiente:

- Ofrece a los profesionales la oportunidad de observar a la persona entrevistada desde otra sala, creando un ambiente privado, evitando la revictimización.
- Proporciona un espacio que respeta la intimidad y la integridad del participante.
- Facilita la colaboración multidisciplinaria e interdisciplinaria entre diferentes ramas científicas.
- Actúa como una herramienta de investigación que reduce el daño durante la obtención de testimonios, evitando la exposición directa a personas que puedan generar incomodidad.
- Asegura la veracidad y confiabilidad de la información a través de estrictos controles, tecnología y medidas de seguridad por parte de los profesionales que interactúan en dicho procedimiento.

iii) Importancia

La cámara Gesell es una herramienta forense que permite realizar la única entrevista, cuyos resultados se utilizan como prueba durante todo el proceso judicial. Esto evita que el niño, niña o adolescente víctima sea sometido a múltiples interrogatorios, reduciendo el riesgo de revictimización; pues el trauma de un niño que ha sufrido abuso sexual se vería agravado por la necesidad de enfrentar repetidos interrogatorios en el sistema de justicia.

En la actualidad, la entrevista única no solo se utiliza para víctimas menores de abuso sexual, como fue su propósito inicial, sino que también se ha ampliado para cubrir víctimas bajo la Ley N°30364, que busca prevenir, sancionar y erradicar la violencia contra las mujeres y miembros del grupo familiar, así como a niños y adolescentes varones víctimas de violencia.

iv) Actividad pericial

El protocolo para atender a las víctimas de abuso sexual está organizado en tres fases:

- (1) La primera fase: se desarrolla antes de la entrevista única en cámara Gesell, donde el perito psicólogo forense se reúne con la presunta víctima y/o testigo en la sala de espera, a fin de explicar de acuerdo con su edad y madurez el procedimiento de la entrevista única en cámara Gesell; procurando que el menor otorgue el asentimiento informado, colocando en el formato correspondiente su nombre e impresión digital; estableciendo desde este primer momento el rapport.
- (2) La segunda fase: se ejecuta en la sala de entrevista a cargo del perito psicólogo forense haciendo uso de protocolos de entrevista investigativa (MICHIGAN, NICHD o CornerHouse u otro), o la entrevista semiestructura; de acuerdo a criterio del perito psicólogo forense y teniendo en cuenta las características y el nivel sociocultural de la persona a evaluar. Se inicia con la introducción, rapport, entrenamiento de la memoria, obtención del testimonio, investigación de los hechos, obtención de información de relevancia procesal (preguntas de los actores de la sala de observación) y cierre; propiciando en todo momento la narrativa libre.

De surgir inconvenientes y, en coordinación con el fiscal y/o juez a través de los medios tecnológicos suspende la diligencia momentáneamente a fin de permitir un receso para estabilizar al entrevistado o sugerir la suspensión definitiva y reprogramación de dicho acto, observando los plazos; dejando constancia en el acta.

En forma simultánea en la sala de observación el digitador y el personal técnico proceden a iniciar la grabación en audio y video; así como la transcripción del relato de manera textual, ininterrumpidamente y sin añadir apreciaciones subjetivas; generando un registro audiovisual que se hará entrega al fiscal, iniciándose de este modo la cadena de custodia.





- (3) La tercera fase: comprende que el perito se traslada junto al evaluado a un ambiente contiguo, para continuar con la evaluación psicológica forense (historia psicográfica, estado mental y aplicación de instrumentos). Paralelo a esta fase, el digitador culmina su labor en la sala de observación.

g) Análisis de la credibilidad de testimonio

Mira (2018), lo describe como un conjunto de conocimientos derivados de disciplinas como la psicología experimental, psicofisiología, así como la psicología clínica y social, cuyo objetivo es evaluar la calidad en términos de exactitud y credibilidad de los testimonios relacionados con delitos presenciados por testigos. Esta área, que forma parte de la psicología forense, se centra en analizar la fiabilidad del testimonio, examinando principalmente los procesos de percepción, memoria y la veracidad con la que el testigo relata los hechos.

i) Importancia

La evaluación de la credibilidad del testimonio es fundamental, ya que es la base sobre la que se toman las decisiones judiciales (Novo y Seijo, 2010), especialmente en delitos que ocurren en el ámbito privado, como los delitos sexuales y la violencia contra las personas (violencia familiar y de género); el primer paso importante es el procedimiento de entrevista cuya trascendencia va a depender de factores tales como: la pericia del entrevistador, el nivel de colaboración del entrevistado, la distancia en el tiempo de transcurrido los hechos y especialmente el tipo de entrevista que se realiza.

La importancia de la credibilidad de testimonio, deriva de saber que ante un hecho delictivo, generalmente solo se encuentran presentes el victimario y la víctima; por lo tanto, cuando se enfrentan versiones contradictorias de los hechos y ante la ausencia de medios probatorios del hecho, es cuando se recurre a procedimientos que permitan el mayor acercamiento a la credibilidad del testimonio, por lo que las autoridades que administran justicia, requieren de la intervención de especialistas en la materia.

ii) Tipos

(1) En menores de edad

Se entiende por menor de edad a aquel niño o adolescente que ha sufrido algún tipo de agresión o abuso, siendo víctima o testigo, y teniendo una participación activa o pasiva en el proceso, siempre que tenga la capacidad necesaria para declarar. En estos casos, el testimonio del menor se limita a relatar los hechos sin emitir juicios sobre ellos, ya que esa es la función del juez.

Es importante señalar que los niños de tres y cuatro años pueden ofrecer recuerdos bastante precisos y detallados, aunque tal vez menos completos que los de niños de mayor edad. Tanto si son víctimas como testigos, los niños de estas edades poseen características que deben ser consideradas, ya que son personas especialmente vulnerables y frágiles. Estas cualidades se acentúan cuando son objeto de un delito y cuando se les obliga a revivir los hechos al declarar. Además, el propio proceso judicial puede afectar negativamente la calidad de su testimonio.

Las principales dificultades que surgirán al analizar el relato de un menor víctima o testigo, con edades entre tres y seis años, serán dos. Primero, será necesario evaluar si el niño tiene la capacidad para declarar. Si la respuesta es afirmativa, se deberán considerar características





específicas tanto para realizar la entrevista como para analizarla después. La segunda dificultad es determinar si lo narrado por el menor es un recuerdo objetivo o si ha sido influenciado, ya que las repeticiones y declaraciones frecuentes sobre lo sucedido pueden generar errores que distorsionen la información proporcionada.

(2) En adultos

Las técnicas de análisis del testimonio son esenciales en la toma de decisiones judiciales. Sin embargo, cada técnica presenta características particulares que deben ser comprendidas al momento de decidir cuál emplear para evaluar la credibilidad del testimonio de un adulto. Este proceso puede ser complejo, ya que no existen artículos que orienten de manera específica sobre qué técnica escoger para la evaluación de la credibilidad del testimonio en adultos.

La valoración pericial y la estimación de la veracidad del testimonio en adultos son cruciales, especialmente en casos donde faltan testigos o pruebas alternativas. El principio fundamental para evaluar la credibilidad de un testimonio radica en que la memoria de lo vivido y lo imaginado, lo realmente ocurrido y lo no experimentado, presenta características distintas. De manera general, se evaluará la congruencia emocional; es decir, si la emoción expresada se ajusta a lo narrado; la ausencia de estereotipos intelectualizados; la consistencia y coherencia lógica y psicológica de la información proporcionada durante la entrevista forense, entre otros aspectos.

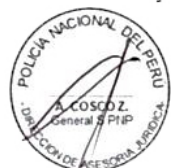
En el caso de los adultos, se tomarán en cuenta escalas de control de la validez de las respuestas, sinceridad, distorsiones y otras escalas de diversas pruebas psicométricas. Aunque estos métodos no son suficientes para determinar de manera definitiva si el testimonio es verdadero o simulado, sí son útiles para llegar a una conclusión sobre su credibilidad.

Es importante reconocer que no existen herramientas psicológicas que permitan evaluar la credibilidad de un testimonio adulto de forma indiscutible. Por ello, se considera que la información sobre la credibilidad del testimonio debe ser vista como un recurso de apoyo y no como la única base para tomar decisiones judiciales (Godoy e Higuera, 2005).

En investigaciones sobre la credibilidad del testimonio en adultos, Arce y Fariña (2005) han desarrollado un protocolo psicológico forense de evaluación, conocido como el Sistema de Evaluación Global (SEG). Este procedimiento, adaptado al contexto legal español, evalúa la huella de memoria y la huella psíquica, controlando la simulación. La evaluación de la credibilidad del testimonio se divide en dos parámetros: validez y fiabilidad.

La validez establece la admisibilidad de la prueba para el análisis de contenido, mientras que la fiabilidad se relaciona con los indicios de realidad presentes en el testimonio. Asimismo, la declaración será considerada más o menos verdadera según la presencia o ausencia de ciertos criterios, y la interpretación de esos criterios indica el grado de credibilidad del testimonio, sin que la falta de ellos implique necesariamente falsedad.

El Sistema de Evaluación Global (SEG) se orienta más a identificar la verdad que a detectar la mentira. Está compuesto por nueve tareas, que incluyen, entre otras, la obtención de la huella de memoria, el análisis de la consistencia del testimonio a lo largo del tiempo, la comparación de las declaraciones obtenidas durante el proceso judicial, el análisis de contenido de las declaraciones relacionadas con los hechos (validez y fiabilidad del testimonio de la víctima), la fiabilidad de las medidas y la evaluación de las secuelas clínicas del hecho traumático





iii) Actividad pericial

El rol del psicólogo forense es esencial, ya que, a través de diversas técnicas, tanto cualitativas como cuantitativas, se analiza la coherencia del relato, la memoria del testigo y otros factores psicológicos, como las respuestas emocionales y la expresión no verbal. El proceso de peritaje también implica un enfoque multidimensional, dado que el testimonio puede verse influenciado por una variedad de factores emocionales, cognitivos y sociales que afectan la percepción y expresión de la verdad. La intersección de estos factores hace que el análisis sea complejo y que sea necesario contar con herramientas específicas y bien implementadas.

Es fundamental que los profesionales que se encargan de este tipo de evaluaciones tengan una capacitación sólida y estén al tanto de las limitaciones de las herramientas disponibles. Los métodos utilizados, aunque útiles, no garantizan una certeza absoluta, por lo que se recomienda la integración de diversas técnicas para lograr una evaluación más robusta y fiable. Asimismo, la combinación de entrevistas cognitivas, pruebas de análisis de contenido verbal, y herramientas psicométricas, entre otras, permite obtener una visión más clara y precisa de la veracidad del testimonio, lo que es crucial para las decisiones judiciales en casos complejos.

La psicología del testimonio constituye una rama aplicada de la psicología forense que se enfoca en evaluar la credibilidad y la fiabilidad de los testigos, así como la precisión de sus declaraciones. Para ello, analiza principalmente los procesos de memoria y percepción, y determina si el testigo actúa con veracidad o si su testimonio presenta elementos de distorsión o falsedad. No todas las personas tienen la misma facilidad para recordar hechos, personas o eventos.

La memoria humana no opera como una grabación que reproduce imágenes y sonidos de manera exacta y repetida. Por el contrario, es un proceso activo, selectivo y dinámico, que codifica y decodifica la información según su relevancia, el conocimiento previo, las experiencias vividas y los estereotipos. Además, es flexible y puede verse influenciada tanto por el paso del tiempo como por posibles condiciones médicas o accidentes que haya experimentado el testigo.

Según Abad (2018), la mayoría de los recuerdos personales están modificados por la experiencia y el aprendizaje. Aunque a menudo se asocia la memoria con la precisión de una videograbación, esta comparación resulta incorrecta cuando se trata del testimonio de testigos o víctimas de un crimen. Si bien algunas personas creen que no declarar lo sucedido implica falta de voluntad, o que una declaración errónea responde a una intención de mentir, en realidad, muchos testigos cometen errores involuntarios, tanto por omisión como por adición. Esto es especialmente frecuente en recuerdos relacionados con eventos traumáticos, donde las emociones negativas pueden afectar la memoria, provocando desde recuerdos intrusivos hasta bloqueos parciales o totales, como ocurre en casos de estrés postraumático.

Además, la forma en que la memoria codifica y decodifica la información percibida se ve influida por los procesos cognitivos del testigo. Factores como la etapa del desarrollo, y el nivel de habilidades mentales, atención, concentración, análisis, síntesis, juicio, razonamiento, así como los valores y normas interiorizados, inciden en la forma en que se recuerda un hecho delictivo. Por ello, las entrevistas policiales o periciales deben realizarse con técnicas adecuadas, sin ejercer presión o coacción que pueda distorsionar aún más el recuerdo (Yeschke, 2006).

Por esta razón, tanto desde la psicología del testimonio como desde la psicología forense, se han desarrollado técnicas de análisis del testimonio para niños y adultos (Pereda y Arch, 2012). Estas



técnicas buscan, a través de un análisis categorial, determinar si el testimonio proviene de un recuerdo genuino o si ha sido fabricado (Arce y Fariña, 2005; Pereda y Arch, 2012). Dado que estas técnicas están basadas en la psicología, la prueba psicológica forense se considera, en ocasiones, una de las pruebas periciales con mayor impacto en las decisiones judiciales (Martínez-Rudas et al., 2018).

A continuación, se exponen los principales instrumentos psicométricos utilizados en el ámbito forense, tanto en menores como en adultos, subrayando su utilidad y respaldo empírico en la evaluación de la veracidad del testimonio.

(1) Análisis de la validez de las declaraciones (SVA).

El Statement Validity Assessment (SVA) es un procedimiento forense desarrollado en Alemania para evaluar la veracidad de testimonios, especialmente en menores víctimas de abuso sexual. Se basa en la hipótesis de Undeutsch (1967), que propone que los relatos verdaderos poseen características cualitativas distintas de los relatos inventados.

Además del contenido del testimonio, el SVA permite evaluar si una declaración es errónea por: errores no intencionales (confusiones, falsos recuerdos, entrevistas sugestivas), y, falsificación deliberada (engaños conscientes)

(a) Estructura del SVA: el proceso del SVA se divide en cuatro etapas:

(i) Preparación

- Revisión del expediente.
- Formulación de hipótesis sobre el origen de la declaración.

(ii) Desarrollo

- Entrevistas al testigo o personas cercanas.
- Evaluación forense del hecho.
- Aplicación de pruebas cognitivas (si es necesario).

(iii) Evaluación

- Análisis de contenido (CBCA). Revisión de consistencia del relato.
- Evaluación de capacidades cognitivas y motivaciones para mentir.

(iv) Decisión

- Integración de resultados y aceptación/rechazo de hipótesis

(b) Errores al aplicar el SVA

- Reducir el SVA solo al CBCA.
- Contar criterios en lugar de analizar el contexto.
- Aplicarlo sin entrevista adecuada o transcripción literal.
- Usarlo con testimonios entrenados o manipulados.



(2) Análisis de contenido basado en criterios (CBCA)

Consta de 19 criterios que se tienen que analizar como presentes o ausentes en la entrevista o declaración que se realiza a un niño, niña o adolescente, presunta víctima y que permiten de acuerdo con el grado o fuerza con que aparecen, interpretar que el sentido de la declaración como verdadero; sin embargo, ante la ausencia de estos, no puede desprenderse que la declaración sea falsa.

El CBCA (Análisis de Contenido Basado en Criterios) se compone de distintos criterios organizados en dos grandes dimensiones: cognitivas y motivacionales. Estos criterios se fundamentan en la hipótesis de Undeutsch y se aplican tanto a niños como a adultos con el propósito de evaluar la credibilidad de sus testimonios (Amado et al., 2016). Cada uno de los elementos del CBCA se analiza según su presencia o ausencia en el relato.

Los criterios se agrupan de la siguiente manera:

(a) Características generales:

- Coherencia lógica: el testimonio presenta una estructura interna consistente y lógica.
- Narrativa desorganizada: el relato se expone sin seguir un orden estructurado.
- Riqueza de detalles: se observa una abundancia de hechos o información específica.

(b) Contenidos específicos:

- Contextualización: la narración se sitúa claramente en un tiempo y espacio determinados.
- Descripción de interacciones: se detalla la dinámica entre el testigo y otras personas involucradas.
- Reproducción de diálogos: se incluyen conversaciones o intercambios verbales.
- Eventos inesperados: se mencionan complicaciones o interrupciones no previstas durante el suceso.

(c) Particularidades del contenido:

- Elementos inusuales: se describen detalles poco probables.
- Información irrelevante: se incluyen datos que no aportan directamente a los hechos narrados.
- Comprensión parcial con precisión: se relatan con exactitud aspectos que el menor aparenta no entender completamente.
- Vínculos externos relevantes: se hace referencia a experiencias o información previa relacionada con los hechos (por ejemplo, conversaciones anteriores sobre el tema).
- Expresión del estado mental propio: el testigo comunica emociones, pensamientos o percepciones personales.
- Atribución del estado mental del agresor: se interpretan y describen las intenciones o emociones del presunto autor del hecho.



(d) Indicadores relacionados con la motivación:

- Correcciones espontáneas: el testigo corrige o mejora su testimonio sin ser inducido.
- Reconocimiento de vacíos de memoria: se admite no recordar ciertos aspectos.
- Manifestación de dudas: el testigo expresa inseguridad respecto a su propia declaración.
- Autocrítica: se evidencia una evaluación negativa de la propia conducta.
- Actitud indulgente hacia el agresor: La víctima muestra comprensión, minimiza la acusación o evita responsabilizar al autor del hecho.

(e) Elementos propios de la agresión:

- Características atípicas de la agresión: se relatan aspectos que contradicen estereotipos o ideas comunes sobre este tipo de delito.
- Es esencial que el profesional que lleve a cabo esta evaluación posea una formación sólida en el ámbito forense, con conocimientos especializados en psicología del testimonio y técnicas adecuadas de entrevista. Esta tarea requiere un alto nivel de especialización y debe ser realizada exclusivamente por personal capacitado acorde a tales exigencias.

(3) Protocolo Holístico de evaluación de la prueba testifical (HELPT)

Hace ya varias décadas, Manzanero (1991) y Manzanero y Diges (1993) propusieron que, para valorar la credibilidad en contextos forenses, era imprescindible adoptar un enfoque integral o holístico de los testimonios. Esta propuesta identificaba tres dimensiones clave: a) conductuales, b) fisiológicas y c) verbales o de contenido.

Posteriormente, Manzanero (1996) amplió esta perspectiva, poniendo énfasis en la evaluación de los factores que influyen en la exactitud de las declaraciones, más que en la mera identificación de criterios de credibilidad. En este sentido, se sugirió focalizarse en los elementos que explican las características observadas en los relatos de testigos y víctimas de delitos. Estos factores se clasificaron en dos grandes grupos: a) factores de codificación y b) factores de retención y recuperación.

La necesidad de un enfoque holístico en la evaluación de la prueba testifical se sustenta en investigaciones que han demostrado que la simple presencia de criterios tradicionales de credibilidad no basta para distinguir entre declaraciones verdaderas y falsas. Más adelante, Manzanero (2001) presentó un método específico de análisis que, además de considerar los factores de influencia, proponía contrastar la declaración en cuestión con otra de origen conocido.

Años después, Manzanero (2010) desarrolló un procedimiento más amplio de análisis de la credibilidad, fruto tanto del trabajo práctico en psicología forense como de la investigación científica. Este procedimiento integraba propuestas anteriores como el SRA, SVA y RM, e incorporaba también pautas para evaluar la prueba de identificación del agresor, aspecto hasta entonces poco considerado.



Tabla 34*Procedimiento para el análisis de los testimonios.***Procedimiento HELPT para el análisis de los testimonios
(declaraciones e identificaciones)****A. Evaluación de las declaraciones**

1. Análisis de los Factores de influencia (evaluación del expediente).
 - a. Del Suceso.
 - b. Del Testigo.
 - c. Del Sistema.
2. Evaluación de la Capacidad para Testificar y de los conocimientos previos.
3. Planteamiento hipótesis.
4. Obtención de la declaración
 - a. Preparación de la entrevista.
 - b. Obtención de la información.
5. Análisis / evaluación de la declaración.
 - a. Características (cómo la cuenta).
 - i. Análisis de la comparativa de las otras declaraciones de origen conocido.
 - ii. Justificación de las características encontradas de acuerdo con los factores de influencia.
 - b. Contenido (lo que cuenta), en relación con:
 - i. Evidencias.
 - ii. Contexto de revelación.
 - iii. Motivación para informar (beneficio secundario).
 - iv. Otras informaciones.
 - c. Confirmación de hipótesis.

B. Evaluación de las identificaciones.

1. Evaluación de la Capacidad para Identificar.
2. Análisis de los Factores de Suceso y del Testigo.
3. Obtención de la descripción.
 - a. Preparación de la entrevista.
 - b. Obtención de la información.
 - c. Ayudas para el recuerdo.
4. Retrato – robot (si fuese necesario).
5. Prueba de identificación. a. Formato.
 - a. Composición.
 - b. Modo de presentación.
 - c. Instrucciones.
6. Análisis / evaluación de la identificación.
 - a. Indicadores de exactitud de la identificación en curso.
 - i. Análisis de sesgos (factores de influencia).
 - ii. Confianza.
 - iii. Tipos de respuesta.
 - iv. Tamaño real y efectivo.
 - v. Sesgos de respuesta.
 - vi. Discriminabilidad y criterio de respuesta.
 - b. Indicadores a posteriori.
7. Evaluación de la validez de la identificación. a. Evidencias.
 - a. Motivación para identificar (beneficio secundario).
 - b. Otras informaciones.
8. Posibles causas de falsas identificaciones.

Nota. Imagen extraída del artículo de Manzanero y Gonzales (2015). Protocolo holístico de evaluación de la prueba testifical (HELPT).





Los avances en psicología del testimonio condujeron a la formulación del Protocolo Holístico de Evaluación de la Prueba Testifical (HELPT). Este nuevo protocolo representa un progreso significativo respecto a propuestas anteriores, ya que además incluye un modelo para evaluar la competencia del testigo, proporcionando información relevante sobre los factores que afectan su testimonio.

El protocolo HELPT contempla los factores que influyen sobre el testigo, atendiendo a su capacidad para prestar declaración. Está diseñado para analizar testimonios tanto de víctimas como de testigos. En este marco, la credibilidad se define como la evaluación subjetiva de la exactitud percibida en una declaración (Manzanero y Diges, 1993).

No se limita a detectar la mentira, sino que también considera otros factores que pueden afectar la veracidad del testimonio. Por ello, HELPT enfatiza la necesidad de adaptar las entrevistas a las capacidades del declarante, lo que requiere una evaluación previa (Manzanero y González, 2015).





3.2.20. Química y toxicología forense²²

1) Historia

Puede decirse que cada época histórica ha tenido su tóxico, y que los venenos han desempeñado un papel importante en la historia, ya sea con fines positivos (caza, exterminio de plagas o animales dañinos, la elaboración de medicamentos, etc.) o con fines criminales. Esto ha hecho que su estudio, es decir, la toxicología, se haya desarrollado de forma gradual y paralela a estas prácticas (Repetto y Repetto, 2009).

En Egipto, Grecia, Roma y la Italia del Renacimiento, el veneno fue un arma en manos de los nobles. En el siglo XVIII, el veneno se democratiza y pasa a todas las clases sociales, y surge entonces la toxicología moderna (Villanueva, 2019).

Mathieu Joseph Bonaventure Orfila, químico español-francés del siglo XIX, es considerado el padre de la toxicología moderna. Sus experimentos con animales para estudiar efectos de toxinas y antidotos, su perfeccionamiento del test de Marsh y su papel en el sonado juicio por el envenenamiento de Charles Lafarge en 1840 fueron fundamentales para cimentar la toxicología como disciplina científica aplicable en el derecho forense (Michaleas, 2022).

En 1850, el químico belga Jean Servais Stas desarrolló una técnica para extraer alcaloides vegetales, como la nicotina de tejidos humanos, lo que permitió condenar al conde Visart de Bocarmé por el asesinato de su cuñado. Este método Stas-Otto sentó un precedente en la identificación de venenos de origen vegetal (Watson, 2020).

James Marsh (1836) creó el test de Marsh para detectar arsénico en cadáveres, impulsando la toxicología por primera vez en tribunales. Fraunhofer (espectroscopio), seguido por Bunsen y Kirchhoff (1859) inventaron métodos espectroscópicos que identificaban sustancias a través de sus espectros únicos. Mikhail Tsvet (1906) introdujo la cromatografía en columna, base para técnicas modernas de separación como la cromatografía en capa fina (Dash, 2022).

Los avances clave de instrumentación del siglo XX (Dash, 2022): James y Martin (1953) difundieron la cromatografía de gases (GC) para separar mezclas volátiles. Alan Walsh (1955) desarrolló el espectrofotómetro de absorción atómica (AA), permitiendo medir metales pesados con precisión. McLafferty y Gohlke (1955) ajustaron finalmente la técnica GC-MS (cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas), convirtiéndola en el “estándar oro” de la química forense. Csaba Horváth (1970) introdujo la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), con capacidad de detección en niveles de partes por trillón.

Varios descubrimientos resultaron trascendentales para la toxicología, especialmente en su rama forense, al exigir un análisis toxicológico con mayor profundidad química. Esto fue necesario para ofrecer una garantía adecuada, algo que, en realidad, no se logró hasta el advenimiento de la instrumentación quimicofísica, como la cromatografía de gases o de líquidos, la espectrofotometría en los rangos ultravioleta o infrarrojo, la espectrofotometría de absorción atómica, la espectrometría de masas, la activación neutrónica, entre otras técnicas (Repetto y Repetto, 2009).

²² Redactado por: Crnl. S. PNP Luis Alberto Inostroza Ruiz; May. S. PNP Ivanner Cenizario Miranda; May. S. PNP Elder Miler Reyes Ávalos; May. S. PNP Alexis Eduardo Lazo Vilchez; y Cap. S. PNP Víctor Enrique Bustamante Chu

2) Definición

La toxicología forense es una rama aplicada de la toxicología, se refiere a la detección e interpretación de casos de intoxicación y abuso, especialmente cuando un agente tóxico es utilizado como instrumento para causar daño a un individuo. Las investigaciones típicas en esta área incluyen la detección de intoxicaciones de diversos tipos (accidentales, intencionales, laborales, etc.), el consumo de veneno en casos de muerte, así como el análisis de confirmación de drogas de abuso, alcohol etílico y productos farmacéuticos en conductores de vehículos automotores u operadores de maquinaria. Esto es particularmente relevante cuando su uso representa un peligro para la integridad de otras personas o en el contexto de la comisión de un presunto hecho delictivo (Teske y Albrecht, 2014).

La toxicología forense se ocupa de los aspectos médico-legales de los efectos nocivos de las sustancias químicas en los seres humanos. Implica no solo la identificación y cuantificación de un fármaco, tóxico o sustancia en tejidos humanos, sino también la interpretación de los resultados obtenidos a partir de dichos hallazgos (Biswas, 2015).

3) Importancia

La toxicología forense es una rama de la ciencia forense que se encarga del análisis e interpretación de sustancias tóxicas, como drogas y venenos, en muestras biológicas y no biológicas, con el fin de contribuir a la resolución de casos legales y criminales. En particular, la toxicología forense es una ciencia multidisciplinaria que combina los principios de la toxicología, la química analítica, la química clínica, la farmacología y patología anatómica para investigar las causas de intoxicaciones mortales y no mortales que constituyen un delito (Benardelli et al., 2023).

El término “toxicología forense” abarca la aplicación de la ciencia y el estudio de los agentes tóxicos para la dilucidación de cuestiones que surgen en los procedimientos judiciales. Esta disciplina suele asociarse con el trabajo del policía, el perito químico farmacéutico forense y los tribunales penales. Sin embargo, el análisis y la identificación de medicamentos y el mantenimiento de la legislación agrícola, industrial y de salud pública (para garantizar aire limpio, agua pura y suministros de alimentos seguros) también son aspectos de la toxicología forense, aunque generalmente se asocian con los tribunales civiles más que con los penales (Moffat et al., 2013).

La toxicología forense humana se centra, además, en la determinación de los efectos toxicológicos del alcohol etílico, las drogas de abuso, los medicamentos u otros compuestos posiblemente tóxicos. En la mayoría de los casos, la policía o los fiscales ordenan realizar una investigación científica en un caso forense. Los resultados analíticos del laboratorio y su experiencia científica se utilizarán en los tribunales. Por consiguiente, todo trabajo técnico, analítico y pericial debe realizarse con la máxima diligencia profesional (Aebi y Bernhard, 2006).

La toxicología analítica se ocupa de la detección, identificación y cuantificación de fármacos y otros compuestos extraños (xenobióticos) y sus metabolitos, y en algunos casos compuestos endógenos, en muestras biológicas y afines (Flanagan et al., 2020). Los análisis químicos se utilizan para detectar la presencia del agente tóxico, medir su concentración y relacionarla con su toxicidad conocida o sus efectos sobre el organismo (Moffat et al., 2013).

Las investigaciones toxicológicas de fallecimientos (incluidos los fallecimientos en accidentes de tránsito) se realizan a menudo si existe la presunción que los participantes hayan estado bajo los efectos de drogas, psicotrópicos u otros tóxicos. Esto incluye casos en los que existe la posibilidad de envenenamiento deliberado, incluyendo autoenvenenamiento, especialmente si la muerte se ha



producido en niños o personas bajo custodia policial, o cuando la descomposición ha sido tal que resulta difícil obtener información sobre la causa de la muerte mediante una autopsia convencional. Para un correcto análisis y orientar el análisis toxicológico es fundamental proporcionar al perito químico farmacéutico la historia clínica, ocupacional o circunstancial lo más completa posible, junto con una copia del informe de la autopsia, si está disponible, al enviar las muestras para su análisis. Esto no solo podría ayudar a identificar posibles agentes tóxicos, sino que también simplificaría enormemente la interpretación de los resultados analíticos (Flanagan et al., 2020).

Entre los incidentes no mortales en los que las investigaciones toxicológicas pueden ser útiles se incluyen los colapsos durante la detención, las presuntas infracciones de tráfico relacionadas con el etanol u otras drogas, las denuncias de envenenamiento de familiares o mascotas, el dopaje en robos, delitos sexuales y otros casos de agresión. También puede ser importante analizar muestras de un sospechoso para detectar la presencia de drogas como el etanol, que podrían haber alterado su percepción o comportamiento durante el curso de un delito (Flanagan et al., 2020).

Generalmente, el perito químico farmacéutico forense interviene en las siguientes situaciones (Moffat et al., 2013):

a) Investigaciones toxicológicas

- i) Para determinar la intoxicación como causa de muerte e identificar el agente tóxico involucrado en el incidente.
- ii) Para investigar intoxicaciones ilegales cometidas por un tercero (p. ej., en muertes sospechosas; en casos de intoxicación infantil no accidental; en casos de agresión sexual facilitada por drogas y sumisión química con fines de robo).
- iii) Para establecer la presencia de sustancias que puedan afectar el comportamiento de una persona o su capacidad para emitir juicios racionales/razonados, p. ej., en casos de agresión sexual facilitada por drogas y conducir bajo los efectos de drogas o alcohol.

b) Pruebas de rendimiento humano y animal

- i) Para investigar incidentes de conducción bajo los efectos de drogas y alcohol.
- ii) Para detectar el uso de drogas en humanos y animales para mejorar el rendimiento en deportes.

c) Pruebas forenses de drogas

- i) Para detectar el incumplimiento de las políticas que rigen el consumo de drogas en el lugar de trabajo.
- ii) Para aportar pruebas en los casos en que pueda denegarse a los padres el acceso a los niños sobre la base de un historial de abuso de drogas y cuando el abuso continuado pueda poner en peligro al niño.

Si el agente tóxico que el perito químico farmacéutico forense debe analizar no se especifica por nombre, la solicitud de “análisis de tóxicos” supone un problema importante. Dado que todas las sustancias pueden ser tóxicas, dependiendo de la dosis, en teoría esto significa que podría ser necesario analizar una gama extremadamente amplia de sustancias con naturaleza química muy diferentes (Moffat et al., 2013).



4) Actividad pericial

La Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú, para el cumplimiento de su misión cuenta en su estructura orgánica con la División de laboratorio criminalístico (artículo 123.1 del Decreto Supremo N.º 012-2025-IN, 2025) conformado por las diferentes especialidades de las ciencias forenses, entre los que tiene un rol fundamental el de química y toxicología forense, donde laboran profesionales químicos farmacéuticos; realizando peritajes oficiales las 24 horas del día, todos los días del año organizados en tres (03) turnos: mañana, tarde y noche.

La química y toxicología forense, como especialidad criminalística - forense, según el inciso (y) del artículo 9 del Decreto Supremo N.º 011-2025-IN (2025), realiza exámenes toxicológicos y dosaje etílico en personas y cadáveres; pesaje y análisis químico de drogas, nuevas sustancias psicoactivas (NSP), drogas emergentes, insumos químicos y bienes fiscalizados y adherencias de drogas, inmersos en investigaciones por tráfico ilícito de drogas; análisis bromatológicos; análisis químico toxicológico de armas químicas y agentes tóxicos; y análisis químico toxicológico en sustancias orgánicas e inorgánicas recogidas en el lugar de los hechos, entre otros afines a esta especialidad; emitiendo los informes periciales respectivos.

Asimismo, el inciso 6 del artículo 125 del Decreto Supremo N.º 012-2025-IN (2025) establece que una de las funciones de la División del Laboratorio Criminalístico es formular peritaje químico, toxicológico y dosaje etílico, bromatológico, análisis de drogas e insumos químicos de bienes fiscalizados, bebidas alcohólicas, medicamentos, cosméticos, productos de uso agrícola y otros, tanto en muestras biológicas como no biológicas.

Los peritos químicos farmacéuticos del Sistema Criminalístico Policial en concordancia con el Artículo 3 del Decreto Legislativo N.º 1606 (2023) practican peritajes oficiales, emiten informes periciales de criminalística, pronunciamientos y otros documentos de interés criminalístico para efectos de la investigación que dirige el Ministerio Público y los derivados del cumplimiento de las funciones de la Policía Nacional del Perú. Se extiende su alcance a aquellos solicitados por el Fuero Militar Policial y otras autoridades facultadas por Ley, en cumplimiento de sus funciones.

El perito químico farmacéutico realiza también exámenes de adherencias de drogas en sarro ungueal, vehículos motorizados, muebles, inmuebles y otros soportes, inmersos en investigaciones por tráfico ilícito de drogas. Por otro lado, también participa en comisiones de internamiento y destrucción de drogas ilícitas en coordinación con la Dirección General contra el Crimen Organizado del Ministerio del Interior (Resolución Ministerial N.º 0702-IN-DGCO, 2016); asiste a audiencias de ratificaciones de los informes periciales solicitados por el Poder Judicial, Ministerio Público u otras instituciones a nivel nacional.

Los peritos de la especialidad de química y toxicología forense son químicos farmacéuticos registrados y su experiencia les permite evaluar los efectos de los fármacos y agentes tóxicos en el cuerpo humano y comprender el metabolismo subyacente. Normalmente, este conocimiento se utiliza para desarrollar medicamentos y optimizar las dosis para mejorar la salud humana y tratar enfermedades. Sin embargo, en un contexto criminal, el químico farmacéutico suele estar interesado en la investigación del abuso de drogas, medicamentos y tóxicos, y el rol de estas sustancias en actividades delictivas (Van, 2023).

Es necesario precisar que, los incisos f) e i) del artículo 6 del Decreto Supremo N.º 008-2006-SA (2006) que aprueba el Reglamento de la Ley N.º 28173, Ley del Trabajo del Químico Farmacéutico del Perú establecen que, de acuerdo a su perfil profesional, los Químicos Farmacéuticos ejercen sus actividades en diferentes campos, entre otros, en laboratorios de análisis: está referido a los análisis químico, físico-





químicos, bromatológicos, bioquímicos y clínicos, farmacológicos, toxicológicos, forenses, químico legal y de armas químicas; asimismo, en el campo pericial: está referido a las actividades de peritaje ante los órganos competentes.

La especialidad de química y toxicología forense de la DIVLACRI - DIRCRI PNP, se divide en: toxicología, pesaje y análisis de drogas, bromatología y análisis especiales y análisis por instrumentación. En mérito de su función pericial forense, el DEPQTF emite los siguientes informes periciales y exámenes preliminares: informes periciales forenses de drogas, informes periciales forenses de exámenes toxicológicos, Informes periciales forenses de exámenes químicos toxicológicos, Informes periciales forenses de exámenes bromatológicos, informes periciales forenses de insumos químicos fiscalizados, examen preliminar de drogas y examen preliminar de insumos químicos fiscalizados.

La especialidad de química y toxicología forense realiza los siguientes análisis: análisis toxicológicos, análisis de dosaje étlico, análisis y pesaje de drogas, análisis de insumos químicos y productos fiscalizados y análisis bromatológicos.

a) Análisis toxicológico

i) Definición

Es el conjunto de procesos analíticos encaminados a poner de manifiesto la presencia de una sustancia de las consideradas tóxicas en muestras biológicas y no biológicas (Repetto y Repetto, 2005).

ii) Fases de actividad en un laboratorio de toxicología

El abuso de drogas y la influencia de sustancias que actúan sobre el sistema nervioso central (SNC) humano durante o justo antes de un determinado suceso (como accidentes de tránsito, homicidios, sumisión de fármacos sedantes, etc.) son los problemas más comunes, pertenecientes al campo de la toxicología forense conductual. Para llevar a cabo estas tareas, los dos fluidos biológicos, la orina y la sangre, son las muestras más utilizadas. Cuando se investiga sobre una muerte presumiblemente no natural, se utilizan muestras adicionales de la necropsia (por ejemplo, contenido gástrico, fluidos y tejidos de órganos) (Aebi y Bernhard, 2006). Las actividades en el laboratorio toxicológico tienen tres fases claramente distintas (Repetto y Repetto, 2009):

(1) Primera fase - preanalítica: incluye la extracción, recolección, la recepción, registro de la muestra y su documentación; estudio de la información disponible sobre la presunta intoxicación, incluyendo los antecedentes (sospechas, medicaciones, actividad laboral o aficiones del intoxicado, etc.); datos clínicos suministrados por el médico que lo atendió, o en su defecto el protocolo de necropsia en caso de fallecidos; decisión sobre la prioridad del análisis frente a otras solicitudes recibidas.

(2) Segunda fase: la propiamente analítica o realización de los análisis que correspondan.

Se refiere a la fase trascendental donde se llevan a cabo los análisis de laboratorio para identificar y/o cuantificar las sustancias tóxicas presentes en las muestras biológicas o no biológicas. Esta fase implica la aplicación de diversas técnicas analíticas instrumentales y químicas para detectar la presencia de drogas, venenos, medicamentos, productos químicos industriales o cualquier otra sustancia que pueda haber contribuido a un evento toxicológico (intoxicación, envenenamiento, sobredosis, etc).



(3) Tercera fase: Interpretación de los resultados y redacción de un informe

Es la fase donde los hallazgos analíticos obtenidos en la fase propiamente analítica cobran sentido dentro del contexto del caso. Aquí, el perito químico farmacéutico forense no solo presenta datos, sino que los analiza, evalúa y explica sus implicaciones legales. Esta fase es muy importante porque transforma la información técnica en conclusiones útiles para la investigación judicial.

iii) Investigación toxicológica

La investigación toxicológica es el conjunto de procesos analíticos que tienen por objetivo es el aislamiento, la identificación y la determinación cuantitativa de sustancias tóxicas, tanto en personas vivas como en cadáveres, con el fin de permitir el esclarecimiento de los hechos (Pla y Hernández, 2019).

En la actualidad, las funciones de la toxicología forense son mucho más amplias y se aplican tanto a personas vivas como a cadáveres, así como a la actividad laboral y al medio ambiente. Ello determina la gran variedad de muestras con que puede encontrarse el perito químico farmacéutico forense: vísceras procedentes de una necropsia, fluidos biológicos de individuos vivos para detectar la presencia de algún tóxico bajo cuyos efectos se ha cometido un delito o se ha sufrido un accidente, productos sospechosos (líquidos, sólidos, vegetales), etc. Considerando la gran cantidad de productos tóxicos disponibles con los que se puede entrar en contacto, se comprende fácilmente la complejidad que supone responder a la pregunta: ¿existe algún producto tóxico en esta muestra? (Pla y Hernández, 2019).

Desde la perspectiva analítica, la investigación toxicológica no presenta diferencias esenciales en las distintas ramas de la Toxicología. Las técnicas utilizadas son muy semejantes, aunque el análisis toxicológico forense tiene algunas peculiaridades: la amplitud y profundidad del análisis, el tiempo aproximado de este y la interpretación de los resultados (Pla y Hernández, 2019).

(1) Amplitud y profundidad del análisis

El perito químico farmacéutico forense debe ser capaz de detectar cualquier sustancia química exógena (xenobiótico) presente en el material biológico objeto de la pericia. El gran número de sustancias tóxicas constituye una limitación importante y, de hecho, la mayoría de los laboratorios dirigen su investigación hacia los tóxicos que, según las estadísticas, están implicados en la mayoría de los casos.

(2) Tiempo aproximado de análisis

Es el intervalo entre la llegada de la muestra al laboratorio y el momento en que se puede ofrecer el resultado analítico. En toxicología forense rara vez se requiere un resultado inmediato, lo que permite al analista emplear el tiempo necesario para realizar su investigación. Solo en casos excepcionales, cuando la decisión judicial depende del informe pericial, como en los casos de flagrancia delictiva.

(3) Interpretación de los resultados

Los resultados obtenidos en el análisis toxicológico y, aunque es esencial, no es la única que ha de considerarse en el proceso global. La interpretación requiere tener en cuenta todas las circunstancias implicadas en el caso. La resolución del problema debe hacerse para cada caso



por medio de una discusión razonada de todos los hechos y todas las partes que intervienen en la investigación forense.

iv) Muestras para el análisis toxicológico

La selección de las muestras adecuadas para el análisis y su correcta conservación son requisitos indispensables en una investigación toxicológica. Las muestras deben recogerse teniendo en consideración las condiciones particulares de cada caso y las referentes a la distribución y el metabolismo del xenobiótico (Pla y Hernández, 2019).

Las muestras usadas con mayor frecuencia son contenido gástrico, sangre, orina, humor vítreo, hígado, cabello, otros tejidos y fluidos biológicos, como bilis, cerebro y riñones (Pla y Hernández, 2019).

(1) Contenido gástrico

El aspirado gástrico, el líquido del lavado gástrico (primeros 500 mL) o el vómito son muestras que deben remitirse al laboratorio toxicológico siempre que sea posible. Estas muestras son esenciales en el screening general de tóxicos, ya que no presentan problemas técnicos en su utilización y es bastante fácil la separación del compuesto tóxico. Si el tóxico penetró por vía oral y no han transcurrido más de 5 - 6 h desde la ingesta, las concentraciones serán normalmente muy elevadas, lo que facilita su detección. En esta muestra se encontrará el tóxico en cuestión sin metabolizar. Un resultado negativo en el screening partiendo del contenido gástrico puede indicar que el tóxico no entró por vía oral o ha transcurrido un tiempo excesivo desde la ingesta, lo cual no descarta la posibilidad de una intoxicación. De cualquier forma, los resultados obtenidos con esta muestra no son representativos del grado de intoxicación, puesto que se refieren al tóxico no absorbido.

(2) Sangre

Es una de las muestras más útiles para la identificación de tóxicos y especialmente para el análisis cuantitativo. No hay que olvidar que los tóxicos orgánicos básicos alcanzan concentraciones muy bajas en esta muestra, y muchas veces es difícil su detección por los métodos usuales de screening. Se utiliza normalmente para el screening de tóxicos ácidos y neutros, cuyas concentraciones en caso de intoxicación son elevadas, así como para el estudio de gases y sustancias volátiles, siempre que se conserve en recipientes cerrados herméticamente.

(3) Orina

La orina representa una muestra idónea para realizar una gran variedad de ensayos preliminares en el screening. Las ventajas de esta muestra son que la concentración de un tóxico en este fluido puede llegar a ser 100 veces mayor que en la sangre, y que la orina está exenta de proteínas, por lo que las interferencias son mínimas, la orina sigue siendo la muestra de elección para la detección de drogas de abuso, ya que puede obtenerse fácilmente y en cantidad suficiente, y generalmente contiene concentraciones detectables de tóxicos, incluso cuando se han administrado en dosis terapéuticas. Es aconsejable no añadir conservadores que podrían interferir en el análisis posterior, y se debe conservar en frío hasta su análisis. En casos necesarios puede usarse fluoruro sódico o azida sódica.



(4) Humor vítreo

Su fácil accesibilidad, volumen suficiente (2 mL aprox. en cada ojo), no contener demasiadas proteínas, estar protegido de la circulación general, poseer pocas enzimas y ser más resistente a la contaminación bacteriana son factores que hacen a este fluido sumamente útil para el análisis de etanol y otras drogas.

(5) Hígado

Es el lugar donde se lleva a cabo la biotransformación de la mayoría de los tóxicos y, de hecho, sus niveles tóxicos son en general superiores a los de la sangre. A veces, el hígado puede ser el único tejido donde se encuentre una sustancia tóxica en concentración adecuada. Ello, unido a su gran tamaño, determina su utilidad en los análisis toxicológicos post mortem.

(6) Cerebro

Es muy útil en muertes por inhalación de disolventes (tolueno, cloroformo, etc.), debido a las altas concentraciones que alcanzan estas sustancias en el tejido cerebral, donde son retenidas tras la muerte. Esta muestra es especialmente útil para determinar la concentración de alcohol en los casos en que no se dispone de una muestra adecuada de sangre. Debido a la resistencia del cerebro a la putrefacción, resulta una muestra muy importante para el análisis toxicológico cuando el cuerpo se halla varios días después de la muerte.

(7) Riñón

Es el tejido de elección en las intoxicaciones por metales y otros tóxicos que se acumulan específicamente en él.

(8) Bilis

Puede ser interesante para el análisis de sustancias que se eliminan por vía biliar. Es particularmente útil en las muertes por sobredosis de opiáceos, ya que contiene altas concentraciones de los glucurónidos de dichos compuestos. Debe extraerse la vesícula biliar intacta y remitirse por separado en un recipiente idóneo.

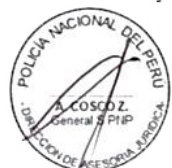
(9) Cabello

Es una muestra de gran utilidad para el análisis de tóxicos minerales, así como para la detección de drogas de abuso, especialmente en consumidores crónicos. El análisis de cabello puede constituir una prueba importante e incluso decisiva en los tribunales de justicia, ya que puede utilizarse para demostrar el consumo de drogas varios meses después de iniciarlo.

v) Envasado y conservación de las muestras

Todas las muestras deben ser introducidas en recipientes adecuados, de ser posible de un solo uso, para evitar la contaminación. De no ser así, deben estar perfectamente limpios y secos (Pla y Hernández, 2019).

Las muestras líquidas (sangre, orina, bilis) deben recogerse en tubos o envases de vidrio o plástico, con tapón o cierre de politetrafluoroetileno (PTFE). Debe evitarse el uso de tapones de goma o similares, ya que pueden absorber algunas sustancias o contaminar las muestras (p. ej.,



plastificantes). Cuando se sospeche que las concentraciones del tóxico vayan a ser muy bajas (p. ej., < 10 ng/mL), es conveniente silanizar los recipientes de vidrio para evitar la adsorción del tóxico sobre las paredes de aquellos.

Las muestras sólidas (hígado, riñón) pueden disponerse en envases de plástico provistos de boca ancha. El tamaño del recipiente debe estar en consonancia con el de la muestra para que el recipiente quede lleno. Esto tiene la doble finalidad de evitar la pérdida de componentes volátiles y reducir al mínimo la oxidación de los tóxicos por el oxígeno atmosférico. Las tapaderas deben cerrar siempre herméticamente y los recipientes deben ir correctamente etiquetados.

Las muestras destinadas al análisis toxicológico no deben contener conservantes que puedan interferir en el análisis posterior. No obstante, si se considera necesario utilizarlos, los conservantes ideales son la azida sódica (0,1 %, p/v) o el fluoruro sódico (1 %, p/v); si se requiere un anticoagulante, el más recomendable es el oxalato potásico (0,5 %, p/v). No se utilizará ninguno de ellos cuando se sospeche una intoxicación por oxalato, fluoruro o azida.

Los líquidos utilizados para el embalsamamiento producen interferencias en el análisis de tóxicos, excepto en el de compuestos inorgánicos (metales y aniones). Por ello, las muestras deben tomarse antes de llevar a cabo ninguna manipulación del cadáver. Igualmente, el formol, utilizado para conservar las muestras destinadas al análisis anatomopatológico, interfiere en el análisis toxicológico.

vi) Almacenamiento de las muestras. Descomposición química y biológica

Un tóxico presente en una muestra biológica puede descomponerse durante el almacenamiento, por lo que ya no será detectado en el análisis. Esto es importante cuando no se conoce la identidad del tóxico o no se sabe si realmente existe algún tóxico en una muestra. Son muchos los tóxicos que pueden descomponerse durante el almacenamiento superior a 4 °C de las muestras de sangre o hígado. Entre ellos se pueden citar: benzodiazepinas (clonazepam, nitrazepam, triazolam), cocaína, isoniácida, lisérgida, metadona, metilfenidato, morfina, paracetamol y procaina. Entre los factores que intervienen en la descomposición química y los procesos de putrefacción figuran los que se indican a continuación (Pla y Hernández, 2019):

(1) Luz

Algunas sustancias tóxicas, como los alcaloides del cornezuelo del centeno y las fenotiazinas, son fotolábiles. Aunque en muestras sólidas (hígado) u opacas (sangre) suelen estar protegidas, como norma general deben protegerse de la luz.

(2) Oxidación

Para los compuestos fácilmente oxidables (p. ej., catecolaminas, tiobarbitúricos), los envases deben estar llenos y perfectamente cerrados para excluir el oxígeno atmosférico. Se pueden adicionar antioxidantes, como ácido ascórbico o metabisulfito sódico (1 %, p/v), para eliminar el oxígeno de la solución, pero, al ser agentes reductores, pueden reducir los metabolitos oxidados de algunos tóxicos presentes en la orina transformándolos de nuevo en sus productos originales (p. ej., fenotiazinas, antidepresivos tricíclicos, algunos antihistamínicos).

(3) Hidrólisis

Muchos tóxicos son ésteres (p. ej., anestésicos locales, diacetilmorfina o heroína) que pueden



ser fácilmente hidrolizados durante el almacenamiento a temperatura ambiente por las esterazas presentes en la sangre y los tejidos. De la misma manera, el pH alcalino durante la extracción puede promover la hidrólisis de algunos compuestos. La actividad esterásica se puede contrarrestar con la adición de fluoruro sódico (1 %, p/v). La hidrólisis de los ésteres puede también reducirse llevando el pH de la muestra por debajo de 4.

(4) Temperatura

Las bajas temperaturas favorecen la conservación de las muestras para el análisis toxicológico. En general, se recomienda almacenar las muestras a 4 °C siempre que vayan a ser analizadas en unos pocos días. Si van a almacenarse por más tiempo, deben congelarse a -20 °C, pero teniendo la precaución de descongelarlas una sola vez antes de ser analizadas.

(5) Descomposición biológica

La putrefacción causada por microorganismos puede ejercer efectos muy importantes en la conservación de muestras con vistas al análisis toxicológico. Algunos tóxicos pueden ser destruidos por la actividad microbiana y, por el contrario, se pueden generar sustancias, como alcohol, sulfuro de hidrógeno y ácido cianhídrico, que pueden dificultar la interpretación de un resultado analítico (Pla y Hernández, 2019).

vii) Normas para el recojo, preparación y remisión de las muestras

El éxito de la investigación toxicológica se encuentra estrechamente ligado a la calidad, la cantidad y el grado de conservación de las muestras que se remitan (Pla y Hernández, 2019):

(1) Muestras procedentes de sujetos vivos

Los objetivos que se persiguen en el campo forense mediante el análisis toxicológico de este tipo de muestras son:

- Establecer el estado de ecuanimidad durante un hecho de investigación criminal que interesan con fines judiciales.
- Comprobar un estado tóxico, y su pronóstico o circunstancias.
- Detectar el consumo de drogas de abuso.

Se recomienda las siguientes muestras y cantidades:

- (b) Sangre venosa periférica en dos tubos de 5 ml, al menos uno con fluoruro sódico como conservante y oxalato potásico como anticoagulante, procurando llenar los tubos al máximo para evitar, en la medida de lo posible, la cámara de aire.
- (c) Orina: Toda la que se pueda recoger en un frasco de seguridad de 50 ml.
- (d) Contenido o lavado gástrico: Todo el disponible, que se recogerá en un frasco adecuado a la cantidad.
- (e) Cabello y pelos: Para el estudio del consumo habitual de drogas de abuso e intoxicaciones crónicas por metales, se enviará un mechón de cabello cortado de la zona occipital y muy próximo al cuero cabelludo, de un grosor mínimo de 7 mm de diámetro. Se depositará sobre un trozo de papel fijado con cinta adhesiva, indicando el extremo próximo a la raíz, zona proximal, y el de la punta, zona distal.
- (f) Fluido oral (saliva): La muestra se tomará con los dispositivos adecuados.





- (g) Muestras no biológicas relacionadas con el sujeto: Fármacos encontrados en el lugar de los hechos, recipientes o utensilios utilizados, jeringuillas, papelines llenas o vacías, etc.

(2) Muestras procedentes de necropsias

- (a) Sangre venosa periférica: en dos tubos de 5 ml, al menos uno con fluoruro sódico como conservante y oxalato potásico como anticoagulante, completamente llenos sin cámara de aire.
- (a) Sangre de la cavidad cardíaca: toda la disponible.
- (b) Líquido pericárdico: todo el disponible.
- (c) Humor vítreo: (HV), todo el que se pueda recoger sin dañar estructuras oculares en su extracción, en un tubo de tamaño adecuado para evitar la cámara de aire.
- (d) El humor vítreo es el líquido acuoso del globo ocular, puede ser una muestra forense particularmente útil, mantenida en un espacio relativamente protegido dentro del cuerpo. El HV se recolecta de forma fácil y rutinaria en necropsias utilizando una aguja de calibre fino y una jeringa de 5 ml. Las muestras de HV pueden recolectarse incluso en casos de traumatismo grave o con cierto grado de descomposición. Debido a su ubicación, es poco probable que las concentraciones de drogas presentes en el HV se hayan visto afectadas por la redistribución post mortem (Powers y Dean, 2016).
- (e) Orina: toda la que se pueda recoger en un frasco de seguridad de 50 ml.
- (f) Bilis: toda la que se pueda recoger en un frasco adecuado a la cantidad.
- (g) Contenido gástrico: todo el disponible, que se recogerá en un frasco adecuado a la cantidad. Si no se envía la totalidad, se indicará el volumen inicial.
- (h) Visceras: en un frasco de plástico de boca ancha y cierre hermético:
 - (i) Hígado: una cuña de aproximadamente 50 g, en fresco, alejada de los grandes vasos y las vías biliares.
 - (ii) Riñón: una cuña de aproximadamente 50 g, en fresco.
 - (iii) Pulmón: aproximadamente 50 g, en fresco.
- (i) Cabellos y pelos: Para el estudio del consumo habitual de drogas de abuso e intoxicaciones crónicas por metales, se enviará un mechón de cabello de las mismas características que las citadas para los sujetos vivos.

Los fluidos corporales reservados para las pruebas de toxicología forense post mortem generalmente se recolectan de forma estandarizada y específica en cada oficina o jurisdicción. Como en todos los procesos forenses, se espera un etiquetado claro y preciso de las muestras, la documentación de la cadena de custodia y su correcto almacenamiento. La sangre es la muestra post mortem más utilizada y generalmente se recolecta de una fuente central (corazón o grandes vasos próximos al corazón) o de una fuente periférica, fuera del tronco central del cuerpo (generalmente la vena femoral, la vena más grande, distante de los órganos centrales) (Powers y Dean, 2016).

(3) Muestras no biológicas relacionadas con el fallecido

Fármacos encontrados en el lugar de los hechos, recipientes o utensilios utilizados, jeringuillas, papelines llenas o vacías, etc.



Figura 497

Diversidad de muestras forenses remitidas para su estudio químico toxicológico



Nota. Muestras forenses remitidas por las unidades policiales a nivel nacional a la DIVLACRI DIRCRI PNP con el propósito de realizar el examen químico toxicológico. En la figura izquierda se observa una jarra de plástico y sobres de rodenticida previamente aperturados. En la figura derecha, una botella de bebida rehidratante contiene una escasa cantidad de gránulos sólidos.

(4) Consideraciones para la recolección y preparación de muestras según el tipo de tóxico.

Las muestras destinadas al análisis toxicológico no se conservarán en formol. No se utilizarán los tubos con gel activador de la coagulación ante la posibilidad de que contengan tolueno.

Los frascos destinados a contener sangre no deben tener restos de agua para evitar la hemólisis.

A las muestras de sangre se añadirá un agente conservante, preferentemente fluoruro sódico, excepto cuando haya de determinarse el flúor o el sodio. A los restantes tipos de muestras biológicas no se les adicionará ningún conservante.

Para el estudio de tóxicos volátiles, monóxido de carbono, gases anestésicos o hidrocarburos volátiles, los envases de las muestras de sangre deberán llenarse al máximo para evitar en lo posible la cámara de aire.

Para la determinación de alcohol etílico en sangre en sujetos vivos, la extracción se llevará a cabo con una jeringa desechable, y no se emplearán alcohol o desinfectantes con fracciones volátiles en la desinfección de la piel.

El envío se realizará en condiciones de refrigeración adecuadas.

Todas las muestras objeto de análisis se empaquetarán por separado para evitar una posible contaminación.

Para el análisis de metales y metaloides en intoxicaciones crónicas o agudas, se utilizarán recipientes primarios que no contengan sustancias quelantes, como el EDTA, y se remitirán las muestras que se indican en la Tabla 1.



Tabla 35

Muestras de interés para la investigación de los tóxicos que se especifican

Tóxicos	Vivo		Cadáver	
	Intoxicación aguda	Intoxicación crónica	Intoxicación aguda	Intoxicación crónica
Arsénico	Sangre Orina	Pelo Orina	Sangre Orina	Pelo Uñas Orina
Cadmio	Sangre Orina	Pelo Orina Sangre	Sangre Orina	Pelo Hígado Riñón
Cobre y Talio	Sangre Orina	Pelo Orina Sangre	Sangre o suero Orina Bilis	Pelo Uñas Sangre
Cromo	Sangre Orina	Pelo Orina Sangre	Sangre Orina	Pelo Uñas Hígado Riñón
Mercurio	Sangre Orina	Pelo Orina Sangre	Sangre Orina	Pelo Sangre Riñón Orina
Plomo	Sangre (nunca suero) Orina	Pelo Orina	Sangre (nunca suero) Orina	Pelo Uñas Hígado

Nota. Datos obtenidos de Pla y Hernández (2019). Investigación toxicológica. En E. Villanueva (Ed.). Gisbert Calabuig. Medicina Legal y Toxicología. 7a ed. Barcelona: Elsevier España, S.L.U. p. 887.

viii) Contramuestra para análisis toxicológico

Las partes involucradas en un presunto hecho delictivo por el cual se realiza un análisis toxicológico tiene derecho a solicitar una contraprueba, que se efectúa en la segunda muestra de orina o sangre (contramuestra) para verificar el resultado del primer análisis. La contramuestra es una muestra biológica adicional, recolectada o extraída simultáneamente.

Es fundamental que la contramuestra esté lacrada, sellada, etiquetada y almacenada adecuadamente para evitar cualquier tipo de manipulación. Asimismo, cuando corresponda, la cadena de custodia será documentada minuciosamente desde la recolección hasta el análisis por el laboratorio toxicológico.

La contramuestra será analizada por un perito químico farmacéutico diferente al análisis inicial, en el mismo laboratorio o en los laboratorios del ente rector de Criminalística, según se establezca en los manuales de procedimientos del Sistema Criminalístico Policial. La solicitud y análisis de la contramuestra deben realizarse dentro de un plazo razonable. El resultado de la contramuestra tiene valor probatorio, puede utilizarse para confirmar o refutar los resultados de la muestra original.



ix) Cribado y extracción de tóxicos

(1) Cribado (screening)

La mayoría de las pruebas de screening para detectar el consumo de drogas de abuso implican el análisis de sus metabolitos en orina mediante inmunoensayo. La mayoría de los inmunoensayos son relativamente específicos y demuestran poca reactividad cruzada (Barceloux, 2012).

La cromatografía en capa fina (CCF), los inmunoensayos enzimáticos (EIA), los inmunoensayos con donante enzimático clonado (CEDIA) y el inmunoensayo de polarización de fluorescencia (FPIA) son las técnicas analíticas más comunes disponibles para la detección de metabolitos de drogas de abuso en orina (Barceloux, 2012).

Estas técnicas de cribado (p. ej., cromatografía en capa fina, inmunoensayos) se emplean como herramientas preliminares para la detección cualitativa de analitos, proporcionando resultados orientativos que permiten una rápida toma de decisiones analíticas (Barceloux, 2012).

(2) Extracción del agente tóxico

Los peritos forenses aprendieron hace mucho tiempo que, cuando se desconoce la naturaleza de un presunto agente tóxico, se debe utilizar un enfoque sistemático y estandarizado para identificar la presencia de las sustancias tóxicas más comunes. Un enfoque sugerido por primera vez por Chapuis en 1873 en Elements de Toxicologie se basa en el origen o la naturaleza del agente tóxico. Este sistema se puede caracterizar de la siguiente manera (Goldberger y Wilkins, 2015):

- (a) Gases: la medición más sencilla de los gases se realiza mediante cromatografía de gases.
- (b) Sustancias volátiles: generalmente son líquidos de diversos tipos químicos que se vaporizan a temperatura ambiente. La cromatografía de gases es el método más sencillo para su separación y cuantificación.
- (c) Agentes corrosivos: incluyen ácidos y bases minerales. Muchos corrosivos están compuestos por iones que son componentes normales de los tejidos. Se pueden aplicar técnicas químicas para detectar estos iones cuando se encuentran en concentraciones muy superiores a las normales.
- (d) Metales: los metales se encuentran frecuentemente como riesgos laborales y ambientales. La separación implica la destrucción de la matriz orgánica por oxidación química o térmica.
- (e) Aniones y no metales: presentan un desafío analítico, ya que rara vez se encuentran en forma pura.
- (f) Sustancias orgánicas no volátiles: constituyen el grupo más amplio de sustancias que deben considerar los químicos farmacéuticos analíticos. Este grupo incluye fármacos, pesticidas, productos naturales, contaminantes y compuestos industriales. Estas sustancias son sólidas o líquidas con altos puntos de ebullición. En la figura 2 se ilustra un esquema o análisis de estas sustancias químicas.
- (g) Misceláneos: esta categoría abarca la gran cantidad de compuestos que no se pueden detectar mediante aplicaciones rutinarias. Los venenos y otras mezclas tóxicas de proteínas o componentes no caracterizados se incluyen en esta clase.

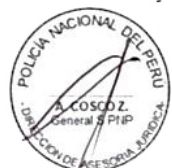
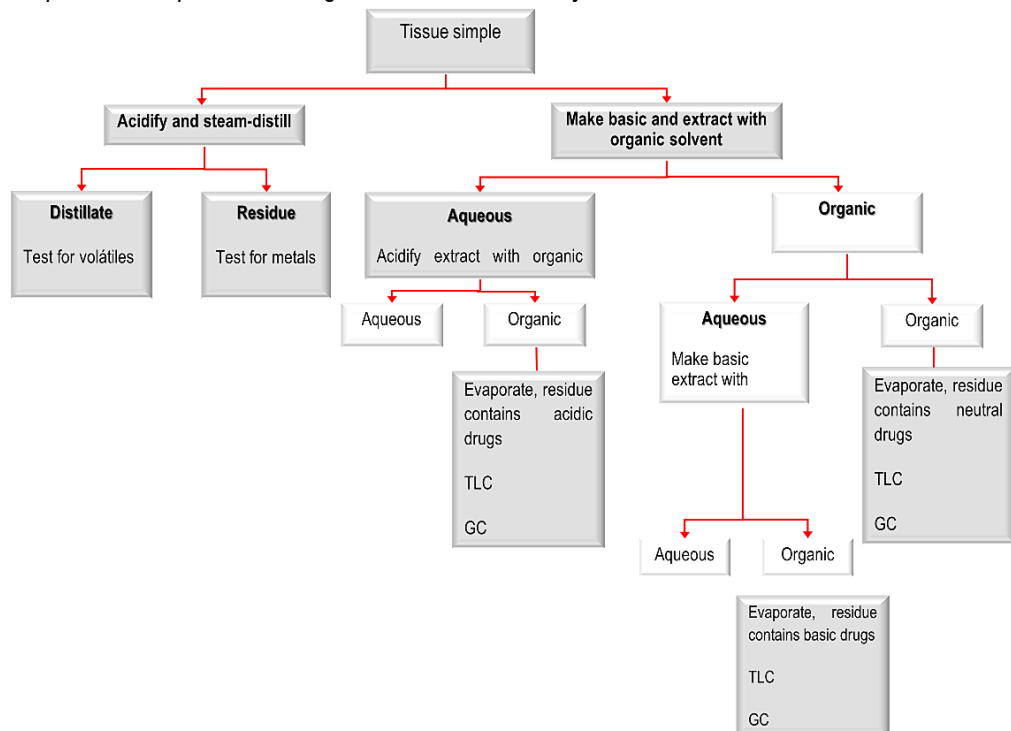


Figura 498*Esquema de separación de agentes tóxicos de los tejidos*

Nota. Se ilustra un esquema o análisis de sustancias químicas. Los procedimientos de separación se basan en extracciones diferenciales de tejidos y fluidos biológicos. Tomado de Goldberger y Wilkins (2015). *Analytical and Forensic Toxicology*. En C.D. Klaassen y J.B. Watkins (Ed.). Casarett & Doull's *Toxicology*. New York: McGraw-Hill. (p. 464).

El pre tratamiento de muestras desempeña un papel crucial en la química analítica, especialmente cuando se investigan matrices complejas como las muestras biológicas. Las técnicas más utilizadas han sido la extracción líquido-líquido (LLE) y la extracción en fase sólida (SPE). Un enfoque novedoso para el pretratamiento de muestras en toxicología forense es el denominado QuEChERS, acrónimo de Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged y Safe (Rápido, Fácil, Económico, Eficaz, Resistente y Seguro), que consiste en disolventes, reactivos y sales para precipitar los componentes de la matriz y las interferencias. En cuanto a los analitos objetivo más relevantes del análisis forense, se encuentran los medicamentos con receta, las drogas de abuso, las nuevas sustancias psicoactivas y los biomarcadores del alcohol.

Se debe prestar especial atención al depresor del sistema nervioso central, el gamma-hidroxibutirato (GHB), las benzodiazepinas y los fármacos Z. La UHPLC o la HPLC-MS/MS han demostrado ser las técnicas más adecuadas para este fin. Las recientes mejoras en la espectrometría de masas han dado lugar a mayores capacidades de detección y análisis más rápidos, gracias a las ventajas de nuevas tecnologías como la espectrometría de masas de alta resolución (HRMS), logrando mediciones de masa precisas (Benardelli et al., 2023).

(3) Extracción según la naturaleza del tóxico

Los agentes tóxicos que se encuentran en las diversas matrices biológicas en forma libre o metabolizado, son extraídos por extracción líquido-líquido en medio ácido o alcalino de acuerdo a su características físico-químicas empleando solventes orgánicos específicos como cloroformo, éter etílico, n-hexano, diclorometano, acetato de etilo, etc. Dicho solvente luego de ponerse en contacto con la matriz biológica contiene al analito de interés toxicológico, el cual



es concentrado por evaporación del solvente, hasta un volumen muy pequeño o sequedad para su posterior análisis de identificación instrumental.

(a) Extracción en medio ácido

Con este procedimiento se extraen los ácidos débiles, los que en este medio se encuentran en su forma no ionizada, que les permite ser afín por un solvente orgánico apolar: por lo que previo la extracción se lleva la muestra biológica a pH ácido entre valores de 3,0 a 3,5 empleando buffers o ácidos débiles. Por este medio se extraen cannabinoides, carbamatos, organofosforados, piretroides, etc.

(b) Extracción en medio alcalino

Mediante este procedimiento se extraen los agentes tóxicos bases débiles, los que son extraídos a un pH de 8,5 a 9,5. Por este medio se extraen los alcaloides de cocaína, benzodiacepinas, opiáceos, etc.

(4) Derivatización

Los pasos de derivatización son necesarios para mejorar las características cromatográficas de gases de los compuestos polares. Además, los espectros de masas de varios compuestos se alteran durante la derivatización para que contengan iones más típicos, por ejemplo, el ion molecular. Consiste en modificar mediante reacción química la estructura de un compuesto con el fin de aumentar su volatilidad y resistencia térmica. La reacción de derivatización más empleada en el análisis toxicológico es la trimetilsilación para su posterior análisis mediante cromatografía de gases.

Figura 499

Proceso de concentración de analitos de interés toxicológico por medio de corriente de nitrógeno



Nota. Perito químico farmacéutico realizando la concentración de analitos a temperatura controlada.



(5) Identificación y/o cuantificación de tóxicos

Una vez realizado el proceso de extracción y derivatización cuando corresponda, el extracto orgánico o el producto de destilación y según el tipo de sustancia química presente, se somete a técnicas analíticas cualitativas de identificación y/o cuantificación por cromatografía en capa fina, cromatografía de gases, cromatografía líquida, espectrometría de masas, etc.

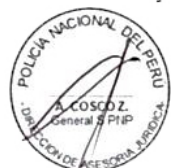
La mayoría de los procedimientos analíticos utilizan la extracción en fase sólida y análogos deuterados como patrones internos. El mantenimiento de condiciones excesivamente alcalinas (es decir, $\text{pH} > 9$) durante el procedimiento de extracción puede provocar una hidrólisis sustancial de la cocaína presente en la muestra en éster metílico de ecgonina. Las técnicas de cromatografía de gases y las columnas capilares separan la cocaína y los metabolitos de otros compuestos. Los métodos de detección incluyen el nitrógeno fosforado y la captura de electrones. El uso de técnicas de cromatografía de gases puede requerir una derivatización química preanalítica para la detección de metabolitos de cocaína dependiendo del método de detección (por ejemplo, el uso de detección de fósforo de nitrógeno permite la cuantificación de cocaína sin derivatización, pero la detección de metabolitos de cocaína requiere derivatización) (Barceloux, 2012).

Los métodos analíticos para la confirmación y cuantificación de $\Delta 9$ -THC y sus metabolitos en muestras biológicas incluyen la cromatografía de gases, la cromatografía líquida de alta resolución, la cromatografía líquida/espectrometría de masas, la cromatografía líquida/espectrometría de masas en tándem, la electroforesis capilar/espectrometría de masas y la cromatografía de gases/espectrometría de masas. La cromatografía de gases y la HPLC con detección electroquímica ofrecen mayor especificidad que los inmunoensayos, pero estos métodos no proporcionan suficiente información estructural. La cromatografía de gases/espectrometría de masas proporciona la sensibilidad y la especificidad necesarias para la confirmación de resultados positivos en inmunoensayos y para la cuantificación de cannabinoides específicos (Barceloux, 2012).

Aunque existen diversos métodos para cuantificar opioides y sus metabolitos, la cromatografía líquida (LC) no requiere pretratamiento de los analitos de la heroína ni de sus metabolitos. Al utilizarse con espectrometría de masas (MS) como detector para cromatografía líquida, este método analítico (LC/MS) puede separar los analitos lipofílicos e hidrofílicos de la heroína y sus metabolitos en fluidos biológicos. La GC/MS o la LC/MS por dilución isotópica son los métodos de elección para la cuantificación de opioides (6-monoacetilmorfina [6-MAM], morfina, codeína) en fluidos biológicos. Aunque la hidrólisis ácida es más rápida y técnicamente más sencilla que la hidrólisis enzimática para la determinación de compuestos opioides totales (libres y conjugados), la hidrólisis ácida de muestras de orina destruye el biomarcador (p. ej., 6-MAM) del consumo de heroína (Barceloux, 2012).

(6) Los resultados de exámenes toxicológicos

Los resultados cualitativos obtenidos como consecuencia de los análisis toxicológicos realizados con las técnicas preliminares y de confirmación disponibles en el laboratorio, son reportados como positivo (detectado), que indica el hallazgo del metabolito o indicador del tóxico investigado o negativo (no detectado) que indica que en la matriz analizada no se ha encontrado el metabolito o indicador del tóxico investigado.





La siguiente tabla 2 ilustra algunos ejemplos de las drogas o compuestos administrados, el o los productos de biotransformación y la forma de reportar el resultado:

Tabla 36

Relación de drogas o agentes tóxicos, sus metabolitos y su respectivo reporte

Droga o tóxico	Metabolito o indicador detectado en los análisis toxicológicos	Reporte
Cocaína	Benzoilecgonina, metilecgonina éster ecgonina	Positivo para cocaína
Marihuana	Tetrahidrocannabinol, cannabinol, cannabidiol	Positivo para cannabinoides (marihuana)
Paratión	Paraoxón, p-nitrofenol	Positivo para organofosforado
Inhalantes	Ácido hipúrico (concentración elevada)	Positivo para tolueno
Benzodiacepinas	Alprazolam, clonazepam, oxazepam, diazepam, 7-aminoclonazepam, α- hidroxialprazolam, temazepam	Positivo para benzodiacepinas

Nota. Algunos ejemplos de reporte de resultados de los análisis toxicológicos realizados en el Laboratorio Criminalístico de la DIRCRI PNP.

b) Análisis de dosaje etílico

i) Definición

El dosaje etílico es el examen químico toxicológico mediante el cual se determina la concentración de alcohol etílico en sangre de una persona (alcoholemia), empleando muestras biológicas (sangre o excepcionalmente orina) y en cadáveres (sangre, orina y humor vítreo) a través de un método analítico.

Concentración de alcohol etílico, es la cantidad de alcohol etílico medido en el momento de la extracción o recolección de la muestra biológica, el resultado se reporta con truncamiento por las centésimas (Teske y Albrecht, 2014) y expresado en gramos de alcohol etílico por litro de sangre (g/L) (Repetto, 1995).

ii) Importancia

El alcohol etílico (etanol) es la droga recreativa favorita del hombre y la sustancia psicoactiva más frecuente en los casos de toxicología forense: conducción bajo los efectos del alcohol, agresiones sexuales y muertes por intoxicación por drogas. Debido a las consecuencias legales de la concentración de alcohol en la sangre o en el aliento de una persona, los métodos analíticos utilizados deben ser exactos, precisos y adecuados para el propósito (Jones, 2019).

La determinación de etanol en fluidos biológicos corporales es sin duda uno de los procedimientos toxicológicos forenses más frecuentes que utilizan métodos de cromatografía de gases. El cálculo debe hacerse con dos dígitos fraccionarios sin redondear, aunque con truncamiento de valores. Este enfoque no permite el redondeo matemáticamente correcto como resultado de los límites legales de concentración de etanol en la sangre de la persona (Teske y Albrecht, 2014).



El análisis de etanol por cromatografía de gases (GC), ya sea mediante inyección directa de sangre u orina diluida con agua desionizada o mediante muestreo estático del espacio de cabeza (GC-HS), también se utiliza ampliamente, especialmente en el ámbito forense. La cromatografía de gases con detector de ionización de llama ofrece ventajas porque permite separar y medir simultáneamente el metanol, el 2-propanol y la acetona. La detección de altas concentraciones de acetona, un metabolito del 2-propanol, y viceversa, puede facilitar el diagnóstico de cetoacidosis (Flanagan et al., 2020).

El alcohol etílico es un depresor selectivo del sistema nervioso central en dosis bajas, mientras que las dosis altas de etanol causan depresión global de la conciencia. El grado de deterioro neurológico depende de una serie de variables, que incluyen factores genéticos, cantidad absoluta ingerida, tolerancia, tasa y dirección de elevación del etanol en la sangre, ingestión simultánea de otras drogas y productos alcohólicos, traumatismos, estado nutricional subyacente y complicaciones crónicas abuso de alcohol (Barceloux, 2012).

El análisis forense de alcohol etílico es el más frecuente de todas las pruebas de laboratorio forenses. Es extremadamente importante que los análisis de etanol se realicen de manera precisa y correcta y que los resultados se interpreten adecuadamente. Los peritos químicos farmacéuticos forenses a menudo son llamados a interpretar las concentraciones de alcohol etílico que se encuentran en las muestras. (Caplan y Goldberger, 2014).

La concentración de etanol en la sangre (CES) es la medición más útil, ya que se equilibra rápidamente a través de la barrera hematoencefálica; por lo tanto, la CES refleja la concentración de alcohol que afecta actualmente al cerebro. La CES es un método directo para determinar los niveles de alcohol en sangre, mientras que el análisis de orina es un método indirecto. La acumulación de orina en la vejiga en un momento dado es la orina secretada desde el último vaciado de la vejiga (Biswas, 2015).

iii) Muestreo de sangre para alcoholemia

La correcta toma de muestras de sangre para la determinación de etanol y otras drogas requiere de la presencia del profesional químico farmacéutico y personal de apoyo debidamente capacitado para tomar muestras de sangre para análisis forenses. Cuando el etanol es la sustancia que se va analizar en una muestra de sangre, no debe utilizarse una torunda con alcohol etílico para desinfectar la piel en el sitio de punción, ya que esto podría contaminar la muestra y afectar los resultados del análisis. Esto haría sospechar que la sangre podría haberse contaminado con alcohol de la torunda, aunque el riesgo de que esto ocurra es mínimo cuando la sangre se extrae por venopunción.

Para evitar discusiones y debates innecesarios en casos legales, debe utilizarse un desinfectante cutáneo sin alcohol, como povidona yodada o clorhexidina (Levine y Kerrigan, 2020). Bastaría con lavar la piel con agua y jabón, ya que la aguja utilizada para penetrar en la piel es estéril. Muchos antisépticos de tipo alcohólico contienen isopropanol y no etanol; estos alcoholes se separan fácilmente cuando se utiliza la cromatografía de gases para su análisis. Los tubos evacuados utilizados para la toma de muestras de sangre destinada al análisis de etanol deben contener un anticoagulante (oxalato de potasio o heparina), así como fluoruro de sodio (1 % p/v) como inhibidor enzimático (Repetto, 2009; Caplan y Goldberger, 2014).



Este último es necesario para anular cualquier idea de que el etanol se haya producido por la acción de levaduras o bacterias sobre la glucosa sanguínea, lo cual no es muy probable de todos modos porque los tubos y la aguja son estériles (Levine y Kerrigan, 2020).

El contenido de etanol en sangre total es un promedio ponderado de las concentraciones de etanol en plasma, así como de diversos elementos sanguíneos, como eritrocitos, leucocitos y plaquetas. Las afecciones médicas (p. ej., shock hipovolémico, diálisis, anemia, embarazo, hiperlipidemia, deshidratación) alteran el equilibrio hídrico intracelular y reducen la proporción de etanol plasmático o sérico respecto al etanol en sangre total (Barceloux, 2012).

La obtención de muestras de sujetos vivos requiere atención al detalle, pero es un proceso sencillo y relativamente simple (Anderson, 2008). Los detalles del procedimiento que se enumeran a continuación son de carácter general:

- (1) Se extrae sangre de una de las venas cubitales del antebrazo.
- (2) El desinfectante utilizado para limpiar el brazo no debe contener etanol, isopropanol ni otros compuestos volátiles. Las soluciones de povidona yodada han demostrado ser eficaces para este fin.
- (3) El fluoruro de sodio (1 %) es eficaz como conservante.
- (4) La mayoría de las leyes de conducción relacionadas con el etanol exigen el análisis de sangre completa. El oxalato de potasio o el EDTA son suficientes como anticoagulante. Los tubos de recolección al vacío con conservante y anticoagulante que hayan superado las pruebas legales deben almacenarse en un recipiente adecuado.
- (5) Tras etiquetar correctamente el tubo con toda la información legal requerida, la muestra, el formulario de solicitud de laboratorio y el formulario de cadena de custodia deben sellarse en un recipiente adecuado.
- (6) Las muestras y la documentación adjunta deben enviarse al laboratorio lo antes posible.
- (7) Una vez recibidas por el laboratorio y tras el análisis, deben conservarse congeladas o refrigeradas (Anderson, 2008).

iv) Contramuestra para dosaje etílico

Las partes involucradas en un presunto hecho delictivo por el cual se realiza un examen de dosaje etílico tienen derecho a solicitar una contraprueba, que se efectúa en la segunda muestra de sangre u orina (contramuestra) para verificar el resultado del primer análisis. La contramuestra es una muestra biológica adicional, recolectada o extraída simultáneamente. Es fundamental que la contramuestra esté lacrada, sellada, etiquetada y almacenada adecuadamente para evitar cualquier tipo de manipulación. Asimismo, cuando corresponda, la cadena de custodia será documentada minuciosamente desde la recolección hasta el análisis por el laboratorio toxicológico.

La contramuestra será analizada por un perito químico farmacéutico diferente al que realizó el análisis inicial, en el mismo laboratorio o en los laboratorios del ente rector de Criminalística, según se establezca en el manual de procedimientos del Sistema Criminalístico Policial. La solicitud y análisis de la contramuestra deben realizarse dentro de un plazo razonable. El resultado de la contramuestra tiene valor probatorio, puede utilizarse para: confirmar o refutar los resultados de la muestra original.



Figura 500

Muestra y contramuestra de sangre extraídas de una persona para examen de dosaje etílico



Nota. En esta figura se observa la muestra y contramuestra de sangre de una persona y etiqueta para lacrado e inmediata conservación de la contramuestra en refrigeración (2 - 8 °C) o congelación (-20 °C).

v) Dosaje etílico cualitativo y cuantitativo

(1) Dosaje etílico cualitativo

Un máximo del 10 % de la cantidad total de alcohol consumido se excreta del organismo sin cambios a través de los pulmones (aire exhalado), el riñón (orina) y la piel (sudor). La pequeña cantidad eliminada a través de los pulmones constituye la base del uso de los analizadores de aliento en la aplicación de las leyes de tráfico como prueba de conducción bajo los efectos del alcohol. Las autoridades policiales de todo el mundo realizan de forma rutinaria pruebas de alcoholemia en carretera a personas sospechosas de conducir bajo los efectos del alcohol. El análisis del alcohol en el aliento presenta varias ventajas con respecto a la toma de muestras de sangre para su análisis en laboratorio, entre ellas la toma de muestras no invasiva y la obtención de los resultados inmediatamente después, de modo que se puede decidir si se detiene al conductor o se repite la prueba (Levine y Kerrigan, 2020).

Tres características especiales del etanol facilitan el uso del análisis del aliento: (1) el etanol es volátil; (2) las concentraciones en sangre y aliento están muy correlacionadas; y (3) después de beber alcohol, la concentración de etanol exhalado en el aliento supera con creces la de otras sustancias volátiles endógenas. Sin embargo, la acetona es una sustancia potencialmente interferente, y se exhalan concentraciones elevadas en el aliento en diabéticos mal tratados o tras un ayuno prolongado o dietas bajas en carbohidratos (Levine y Kerrigan, 2020).

El Laboratorio Toxicológico de la Dirección de Criminalística realiza el examen químico cualitativo de dosaje etílico, en el cual el sujeto debe espirar (soplar) durante un minuto a través de una cánula colocada dentro de una solución sulfúrica de permanganato de potasio. En presencia de alcohol, se observa un viraje de color: desde el color original (violeta), pasando por tonalidades intermedias, hasta la decoloración total, proporcional a la concentración de alcohol presente.



(2) Análisis cuantitativo de alcohol etílico en muestras biológicas

El método “estándar de oro” para la determinación cuantitativa de alcohol etílico en muestras biológicas, tanto en laboratorios clínicos como forenses, es la cromatografía de gases (GC, por sus siglas en inglés) equipada con un detector de ionización de llama y muestreador de espacio de cabeza. La GC es altamente sensible, específica y proporciona resultados exactos y precisos en un tiempo mínimo. Además, de otros compuestos volátiles que pueden estar presentes en la sangre junto con el etanol, como otros alcoholes, aldehídos y cetonas, pueden determinarse simultáneamente y distinguirse por sus tiempos de retención; es decir, el tiempo transcurrido desde la inyección hasta la aparición del vértice del pico en el cromatograma de gases (Levine y Kerrigan, 2020). Actualmente, los métodos para la determinación de alcohol etílico, particularmente para fines legales son los métodos de espectrofotometría UV – VIS y cromatografía de gases; siendo este último el método de referencia, el cual usa un detector de ionización de llama utilizando una técnica de inyección directa o muestreo de espacio de cabeza (Barceloux, 2012; D.S. N°022-2019-IN).

El análisis del espacio de cabeza mide la concentración de etanol en la fase de vapor equilibrada sobre la muestra de líquido dentro de un recipiente cerrado mantenido a temperatura constante (50 °C o 60 °C). Este procedimiento tiene una alta especificidad para el alcohol etílico; la presencia de otros alcoholes (por ejemplo, metanol, isopropanol) o acetona no suele interferir con la determinación cuantitativa de etanol usando este método. La precisión de este método es alta con coeficientes de variación entre laboratorios que varían de aproximadamente 3 – 5 % y dentro de laboratorio <1 %. La incertidumbre total (errores aleatorios más sistémicos) usando este método de determinación de alcohol etílico oscila entre ~ 4 – 6 % (Barceloux, 2012).

Figura 501

Cromatógrafo de gases con detector de ionización de llama y muestreador de espacio de cabeza



Nota. Perito químico farmacéutico responsable del análisis de muestras de sangre para la cuantificación de alcohol etílico mediante cromatografía de gases con detector de ionización de llama y muestreador de espacio de cabeza.

vi) Signos y síntomas (intoxicación aguda por alcohol etílico)

El etanol es un depresor del SNC que deprime selectivamente el sistema de activación reticular. El mecanismo de acción probablemente implica interferencia con el transporte de iones (es decir, flujo de sodio) en la membrana celular, en el lugar de las sinapsis, de forma similar a la acción de los





agentes anestésicos generales. Los lóbulos frontales son sensibles a las bajas concentraciones de etanol, lo que resulta en la alteración del pensamiento y el estado de ánimo antes de los cambios en la visión (lóbulo occipital) y la coordinación (cerebelo). La supresión preferencial de las neuronas inhibitorias (GABA) probablemente causa la excitación observada a bajas concentraciones de etanol. El etanol es un vasodilatador que produce disminución de la precarga, poscarga y resistencia vascular sistémica en adultos sanos después de una ingestión aguda (Barceloux, 2012).

Los estudios científicos realizados durante muchos años han establecido relaciones generales entre la concentración de etanol en sangre y los efectos en el cerebro, como se refleja en los signos y síntomas clínicos de la embriaguez y en la tabla 3 se presenta una recopilación ampliamente citada y actualizada recientemente, observándose una amplia superposición en los signos y síntomas de la influencia del etanol para diferentes rangos de CES (Levine et al., 2020).

Tabla 37

Etapas de intoxicación o influencia alcohólica aguda en relación con la concentración de etanol en sangre

Concentración etanol en sangre (g/L)	Etapas de influencia del etanol	Signos o síntomas clínicos
0,10 - 0,50	Subclínico	Comportamiento casi normal por observación ordinaria Influencia/efectos generalmente no aparentes u obvios Deterioro detectable mediante pruebas especiales Euforia leve, sociabilidad, locuacidad Aumentada autoconfianza, inhibiciones disminuidas
0,30 - 1,20	Euforia	Disminución de la atención, juicio y control Alguna discapacidad sensorial-motora Procesamiento de la información lento Pérdida de eficiencia en pruebas de desempeño críticas Inestabilidad emocional, pérdida del juicio crítico Deterioro de la percepción, la memoria y la comprensión Disminución de la respuesta sensorial, aumentado el tiempo de reacción
0,90 - 2,50	Excitación	Disminución de la agudeza visual y la visión periférica Recuperación lenta deslumbramiento Incoordinación motora sensorial, equilibrio deteriorado, mala pronunciación Vómitos, somnolencia. Desorientación, confusión mental, vértigo, disforia Estados emocionales exagerados (miedo, ira, dolor, etc.) Alteraciones de la visión (diplopía, etc.) y de la percepción del color, la forma, el movimiento, las dimensiones.
1,80 - 3,00	Confusión	Umbral del dolor aumentado Aumentada descoordinación muscular, marcha vacilante, ataxia Pérdida de memoria Apatía con letargo progresivo Inercia general, se acerca la pérdida de las funciones motoras Respuesta notablemente disminuida a los estímulos
2,50 - 4,00	Estupor	Incoordinación muscular marcada, incapacidad para pararse o caminar Vómitos, incontinencia de orina y heces Conciencia deteriorada, sueño o estupor, ronquidos profundos Inconsciencia completa, coma, anestesia Reflejos deprimidos o abolidos
3,50 - 5,0	Coma	Temperatura subnormal Deterioro/irregularidades de la circulación y la respiración Posible muerte
Media, mediana = 3,60 90 % = 2,10 - 5,00	Muerte	Muerte por paro cardíaco o respiratorio

Nota. Tomado de Kurt M. Dubowski, Ph.D., Oklahoma City, Oklahoma, USA, citado por Levine et al. (2020). Alcohol. En B.S. Levine y S. Kerrigan (Ed.). Principles of Forensic Toxicology. p. 302.





El etanol es un depresor selectivo del SNC en dosis bajas, mientras que las dosis altas de etanol causan depresión global de la conciencia. El grado de deterioro neurológico depende de una serie de variables, incluyendo factores genéticos, cantidad absoluta ingerida, tolerancia, tasa y dirección de la elevación del etanol en la sangre, ingestión simultánea de otras drogas y productos alcohólicos, traumatismos, estado nutricional subyacente y las complicaciones del abuso crónico de etanol (Barceloux, 2012).

Los efectos fisiológicos del alcohol son más pronunciados cuando el nivel en sangre está aumentando, en comparación con los niveles alcanzados en el pico o meseta, o cuando el nivel está descendiendo. Esto se conoce como efecto Mellanby y se cree que es el resultado de una tolerancia aguda al alcohol que se desarrolla durante la intoxicación (Biswas, 2015).

Aunque la intoxicación aguda por etanol causa vómitos y diuresis al inhibir la hormona antidiurética, la deshidratación es poco común en pacientes sin otras causas. Inicialmente, el etanol produce euforia que progresa a pérdida de control, anormalidades de comportamiento, locuacidad, dificultad para hablar, ataxia, alteraciones de la marcha, irritabilidad, somnolencia, estupor, coma y depresión respiratoria a medida que aumenta la dosis de etanol. Otras características clínicas de la intoxicación por etanol incluyen enrojecimiento de la cara, pupilas dilatadas, sudoración excesiva, náuseas, vómitos y, raramente, urticaria inducida por el alcohol. La ingestión de etanol puede producir arritmias (p. ej., fibrilación auricular) en bebedores compulsivos no tolerantes, así como en personas que abusan crónicamente del alcohol, pero las arritmias no son una complicación común de la intoxicación por etanol. Las convulsiones durante la intoxicación aguda por etanol son raras sin la presencia de patología intracraneal subyacente. Entre los factores de complicación comunes asociados a la intoxicación aguda por etanol se encuentran los traumatismos concurrentes (p. ej., hematoma subdural) y las enfermedades médicas subyacentes (hepáticas, renales, cardíacas), así como el consumo de otras drogas y sustitutos tóxicos del alcohol (p. ej., metanol, etilenglicol) (Barceloux, 2012).

La intoxicación visible se refiere a una serie de acciones y comportamientos observables que son coherentes con un deterioro grave de las capacidades cognitivas y motoras tras la ingestión de etanol u otras drogas. Este deterioro implica 1) disminución de las inhibiciones (respuesta inadecuada a las señales sociales y/o ambientales), 2) deterioro psicomotor (habla lenta o mal pronunciado, mala coordinación, marcha inestable), y 3) deterioro cognitivo (falta de concentración/memoria, olvidos, dificultad para realizar tareas sencillas, incapacidad para seguir instrucciones) (Barceloux, 2012).

La alcoholemia o encontrarse bajo el efecto de drogas tóxicas, estupefacientes, sustancias psicotrópicas o sintéticas en una persona es la evidencia más importante en los casos de conducción de vehículos automotores, comisión de delitos, inobservancia de las reglas de tránsito, accidentes de tránsito, infracciones al Reglamento del Régimen Disciplinario de la Policía Nacional del Perú, asuntos laborales, etc., considerando a que existen límites de concentración legales en la mayoría de los países. Las autoridades de todo el mundo han establecido sus propios estándares máximo permitido para concentración de alcohol etílico en sangre.

En Perú, las normas legales que sancionan la comisión de delitos o infracciones relacionados con la alcoholemia o el consumo de drogas tóxicas, estupefacientes, sustancias psicotrópicas o sintéticas, entre otras, se detallan en las tablas siguientes:



Tabla 38

Pena privativa de la libertad, inhabilitación en casos de homicidio y lesiones culposas, conducción en estado de ebriedad o drogadicción y otros casos; según la Ley N.º 29439

Descripción	Homicidio culposo	Lesiones culposas	Conducción en estado de ebriedad o drogadicción	Resistencia o desobediencia a la autoridad	Manipulación en estado de ebriedad o drogadicción	Uso de armas en estado de ebriedad o drogadicción
Artículos modificados/ incorporados al Código Penal	111°	128°	274°	368°	274°-A	279°-F
Pena privativa de la libertad	(...) 4 ≤ años ≤ 8	4 ≤ años ≤ 6	a) 6 ≤ meses ≤ 24 b) 1 ≤ años ≤ 3	6 ≤ meses ≤ 24	6 ≤ meses ≤ 12	1 ≤ años ≤ 3
Inhabilitación	Conforme al artículo 36° Código Penal, incisos 4), 6) y 7).	Conforme al artículo 36° Código Penal, incisos 4), 6) y 7).	a) y b) Conforme al artículo 36° Código Penal, inciso 7).	No especifica	Conforme al artículo 36°, inciso 4).	Conforme al artículo 36°, inciso 6).
Casos/ condiciones	Si la muerte se comete utilizando vehículo motorizado o arma de fuego estando el agente bajo el efecto de drogas tóxicas, estupefaciente, sustancias psicotrópicas o sintéticas, o con presencia de alcohol en sangre en proporción >0,5 g/L (transporte particular). >0,25 g/L (transporte público de pasajeros, mercancías o carga en general), o cuando el delito resulte de la inobservancia de reglas técnicas de tránsito.	Si la lesión se comete utilizando vehículo motorizado o arma de fuego, estando el agente bajo el efecto de drogas tóxicas, estupefaciente, sustancias psicotrópicas o sintéticas, o con presencia de alcohol en sangre en proporción >0,5 g/L (en el caso de transporte particular). >0,25 g/L (en el caso de transporte público de pasajeros, mercancías o carga en general, o cuando el delito resulte de la inobservancia de reglas técnicas de tránsito.	El agente que, en estado de ebriedad, con presencia de alcohol en la sangre en proporción > 0,5 g/L y conduce, opera o maniobra vehículo motorizado. Cuando el agente presta servicios de transporte público de pasajeros, mercancías o carga en general, encontrándose en estado de ebriedad, con presencia de alcohol en la sangre en proporción superior de 0,25 g/L. En ambos casos, o bajo el efecto de drogas tóxicas, estupefaciente, sustancias psicotrópicas o sintéticas.	El agente que desobedece o resiste la orden legalmente impartida por un funcionario público en el ejercicio de sus atribuciones de realizarse un análisis de sangre o de otros fluidos corporales que tenga por finalidad determinar el nivel, porcentaje o ingesta de alcohol, drogas tóxicas, estupefaciente, sustancias psicotrópicas o sintéticas.	El agente que, encontrándose en estado de ebriedad, con presencia de alcohol en la sangre en proporción > 0,5 g/L, o bajo el efecto de drogas tóxicas, estupefaciente, sustancias psicotrópicas o sintéticas, opera o maniobra instrumento, herramienta, máquina u otro análogo que represente riesgo o peligro	El agente que, en lugar público o poniendo en riesgo bienes jurídicos de terceros y teniendo licencia para portar arma de fuego, hace uso, maniobra o de cualquier forma manipula la misma en estado de ebriedad, con presencia de alcohol en la sangre en proporción > 0,5 g/L o bajo el efecto de drogas tóxicas, estupefaciente, sustancias psicotrópicas o sintéticas.

Nota. Tomado y adaptado de la Ley N.º 29439. Diario Oficial El Peruano. Normas Legales; Lima. 19-11-2009.

Tabla 39

Pena privativa de libertad, inhabilitación y circunstancias agravantes en casos de feminicidio, lesiones graves por violencia contra las mujeres e integrantes del grupo familiar, lesiones leves y maltrato; según la Ley N.º 30819

Descripción	Feminicidio	Lesiones graves por violencia leves contra las mujeres e integrantes del grupo familiar	Lesiones	Maltrato
Artículos modificados del Código Penal	108-B	121-B	122	442
Pena privativa de libertad	(...) ≥ 30 años	$6 \leq \text{años} \leq 12$	$3 \leq \text{años} \leq 6$	No aplica (...) La pena será de prestación de servicio comunitario 80 a 100 jornadas o de 100 a 200 días- multa.
Circunstancias agravantes	(...) Si el agente actúa en estado de ebriedad, con presencia de alcohol en la sangre en proporción $> 0,25$ g/L, o bajo efecto de drogas tóxicas, estupefacientes, sustancias psicotrópicas o sintéticas			
Pena privativa de libertad será más severa cuando concurren 2 o más circunstancias agravantes	Cadena perpetua	$12 \leq \text{años} \leq 15$	No aplica	No aplica
Cuando la víctima muere a consecuencia de cualquiera de las circunstancias agravantes o de la lesión y el agente pudo prever ese resultado	No aplica	$15 \leq \text{años} \leq 20$	$8 \leq \text{años} \leq 14$	No aplica
Inhabilitación	Conforme a los numerales 5 y 11 del artículo 36 del Código Penal y los artículos 75 y 77 del Código de los Niños y Adolescentes, según corresponda.			No aplica

Nota. Tomado y adaptado de la Ley N.º 30819. Diario Oficial El Peruano. Normas Legales; Lima. 13-07-2018.

Tabla 40

Tipificación, sanciones y medidas preventivas aplicables a las infracciones al tránsito terrestre relacionadas con conducir vehículos motorizados con presencia de alcohol en la sangre o bajo los efectos de estupefacientes, narcóticos y/o alucinógenos

Código	Infracción	Calificación	Sanción (Soles)
M	Muy graves		
M.1	Conducir con presencia de alcohol en la sangre en proporción mayor a lo previsto en el Código Penal, o bajo los efectos de estupefacientes, narcóticos y/o alucinógenos comprobados con el examen respectivo o por negarse al mismo y que haya participado en un accidente de tránsito	Muy grave	100 % de la UIT, cancelación de la licencia de conducir e inhabilitación definitiva para obtener una licencia
M.2	Conducir con presencia de alcohol en la sangre en proporción mayor a lo previsto en el Código Penal, bajo los efectos de estupefacientes, narcóticos y/o alucinógenos comprobada con el examen respectivo o por negarse al mismo	Muy grave	50 % de la UIT, suspensión de la licencia de conducir por tres (3) años

Nota. Decreto Supremo N.º 003-2014-MTC.



Tabla 41

Infracciones y sanciones graves que están relacionadas con el consumo de alcohol étílico según la Ley del Régimen Disciplinario de la PNP

Código	Infracción	Sanción
Contra la disciplina policial		
G11	Ingerir o haber ingerido bebidas alcohólicas, portando armamento particular.	De 1 a 3 días de sanción de rigor
G12	Ingerir o haber ingerido bebidas alcohólicas, portando armamento de propiedad del Estado.	De 4 a 9 días de sanción de rigor
G21	Presentarse a su servicio, dependencias de la Policía Nacional del Perú o superiores jerárquicos, con presencia de alcohol en la sangre mayor a 0,25 g/L.	De 4 a 9 días de sanción de rigor
G22	Negarse o sustraerse a pasar examen de dosaje étílico, toxicológico, ectoscópico, absorción atómica u otros cuando la autoridad correspondiente lo disponga por causa justificada, excepto en los casos relacionados con conducción de vehículo en estado étílico, encontrarse de servicio en estado étílico, uso de arma de fuego en estado étílico o violencia contra los integrantes del grupo familiar de conformidad al inciso b) del artículo 7 de la Ley N.° 30364, Ley para prevenir, sancionar y erradicar la violencia contra las mujeres y los integrantes del grupo familiar, o la norma que la sustituya.	De 10 a 15 días de sanción de rigor
Contra el servicio policial		
G47	Ingerir o permitir la ingesta de bebidas alcohólicas durante el servicio policial, salvo que responda a situaciones protocolares.	De 10 a 15 días de sanción de rigor
Contra la imagen institucional		
G68	Ingerir o haber ingerido bebidas alcohólicas en unidades policiales o extra institucionales donde labora el personal policial, salvo que responda a situaciones protocolares.	De 4 a 9 días de sanción de rigor
G69	Conducir vehículo motorizado con presencia de alcohol en la sangre en proporción de 0,25 g/L hasta 0,50 g/L, causando daños materiales por un monto superior al 25 % de la UIT o lesiones leves a terceros.	De 4 a 9 días de sanción de rigor
G70	Reincidir en conducir vehículo motorizado con presencia de alcohol en la sangre en proporción de 0,25 g/L hasta 0,50 g/L.	De 10 a 15 días de sanción de rigor

Nota. Anexo II. Tabla de infracciones y sanciones graves relacionadas con el consumo de alcohol étílico. Decreto Supremo N.° 016-2025-IN Decreto Supremo que modifica el Reglamento de la Ley N.° 30714, Ley que regula el Régimen Disciplinario de la Policía Nacional del Perú, aprobado por Decreto Supremo N.° 003-2020-IN, y modifica las Tablas de Infracciones y Sanciones – Anexos I, II y III de la citada Ley 30714. Diario Oficial El Peruano. Normas Legales. Lima. 12-11-2025.



Tabla 42

Infracciones y sanciones muy graves que están relacionadas con el consumo de bebidas alcohólicas y/o drogas ilegales según la Ley del Régimen Disciplinario de la PNP

Código	Infracción	Sanción
Contra la disciplina policial		
MG20	Usar de manera injustificada el arma de fuego de propiedad del Estado o particular, habiendo consumido bebidas alcohólicas, sin causar lesiones graves o muerte.	De 6 meses a 1 año de pase a la situación de disponibilidad
MG21	Usar de manera injustificada el arma de fuego de propiedad del Estado o particular, habiendo consumido bebidas alcohólicas, causando lesiones graves o muerte.	pase a la situación de retiro
MG22	Negarse o sustraerse a pasar examen de dosaje etílico, toxicológico, ectoscópico, absorción atómica u otros cuando la autoridad correspondiente lo solicite por causa justificada en los casos relacionados con conducción de vehículo en estado etílico, encontrarse de servicio en estado etílico, uso de arma de fuego en estado etílico o violencia contra los integrantes del grupo familiar de conformidad al inciso b) del artículo 7 de la Ley N° 30364, Ley para prevenir, sancionar y erradicar la violencia contra las mujeres y los integrantes del grupo familiar, o la norma que lo sustituya.	pase a la situación de retiro
Contra el servicio policial		
MG38	Permitir o ingerir bebidas alcohólicas durante el servicio, causando grave perjuicio a alguno de los bienes jurídicos contemplados en la Ley N.° 30714, o la norma que lo sustituya.	pase a la situación de retiro
Contra la imagen institucional		
MG61	Consumir drogas tóxicas, estupefacientes, sustancias psicotrópicas o sintéticas ilegales.	pase a la situación de retiro
MG62	Poseer, portar, ocultar, acopiar o trasladar insumos químicos, drogas tóxicas, estupefacientes, sustancias psicotrópicas o sintéticas, explosivos, armas, minerales, combustibles y otros productos ilegales o prohibidos.	pase a la situación de retiro
MG63	Conducir vehículo motorizado con presencia de alcohol en la sangre en proporción de 0,25 g/L hasta 0,50 g/L causando lesiones graves a terceros.	De 6 meses a 1 año de pase a la situación de disponibilidad
MG64	Conducir vehículo motorizado con presencia de alcohol en la sangre en proporción de 0,25 g/L hasta 0,50 g/L causando la muerte a terceros.	pase a la situación de retiro
MG65	Conducir vehículo motorizado con presencia de alcohol en la sangre mayor a 0,50 g/L.	De 6 meses a 1 año de pase a la situación de disponibilidad
MG66	Conducir vehículo motorizado con presencia de alcohol en la sangre mayor a 0,50 g/L, causando daños materiales o lesiones o muerte a terceros.	Pase a la situación de retiro
MG67	Conducir vehículo motorizado bajo los efectos de drogas tóxicas, estupefacientes, sustancias psicotrópicas o sintéticas.	Pase a la situación de retiro

Nota. Anexo III. Tabla de infracciones y sanciones muy graves, relacionadas al consumo de alcohol etílico y/o drogas ilegales. Decreto Supremo N.° 016-2025-IN Decreto Supremo que modifica el Reglamento de la Ley N.° 30714, Ley que regula el Régimen Disciplinario de la Policía Nacional del Perú, aprobado por Decreto Supremo N.° 003-2020-IN, y modifica las Tablas de Infracciones y Sanciones – Anexos I, II y III de la citada Ley 30714. Diario Oficial El Peruano. Normas Legales. Lima. 12-11-2025.

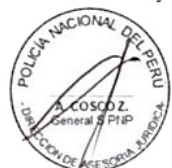




Tabla 43

Infracciones y sanciones leves que están relacionadas con el consumo de alcohol étílico según la Ley del Régimen Disciplinario de la PNP.

Código	Infracción	Sanción
Contra la imagen institucional		
L107	Conducir vehículo motorizado con presencia de alcohol en la sangre en proporción mayor de 0,25 g/L hasta 0,50 g/L.	De 5 a 10 días de sanción simple

Nota. Anexo I. Tabla de infracciones y sanciones leves relacionadas con el consumo de alcohol étílico. Decreto Supremo N.º 016-2025-IN Decreto Supremo que modifica el Reglamento de la Ley N.º 30714, Ley que regula el Régimen Disciplinario de la Policía Nacional del Perú, aprobado por Decreto Supremo N.º 003-2020-IN, y modifica las Tablas de Infracciones y Sanciones – Anexos I, II y III de la citada Ley 30714. Diario Oficial El Peruano. Normas Legales. Lima. 12-11-2025.

c) Pesaje y análisis de drogas

i) Definición

Es el proceso por el cual un profesional químico farmacéutico especializado de la Policía Nacional del Perú, identifica el tipo de droga y determina el peso neto de la droga ilícita decomisada (Decreto Supremo N.º 007-2014-IN, 2014).

La Dirección de Criminalística, a través de sus Unidades autorizadas a nivel nacional, está encargada de brindar el apoyo técnico y científico en el campo forense; asimismo, está a cargo del análisis químico cualitativo y cuantitativo de las drogas ilícitas halladas y/o decomisadas (Resolución Ministerial N.º 0702-2016-IN/DGCO, 2016).

ii) Importancia

La Dirección de Criminalística, es el órgano de la Policía Nacional del Perú que brinda apoyo técnico científico criminalístico, teniendo a su cargo el pesaje y análisis químico de las drogas ilícitas decomisadas, así como la formulación de los informes periciales correspondientes (Decreto Supremo N.º 007-2014-IN, 2014).

Los resultados de los pesajes y análisis químicos de drogas determinan tanto la cantidad como la identidad de la sustancia decomisada, precisando si se trata de pasta básica de cocaína o sus derivados ilícitos, clorhidrato de cocaína, látex de opio o sus derivados, marihuana o sus derivados, éxtasis (metilendioxianfetamina, metilendioximetanfetamina u otras sustancias análogas), fentanilo o sus análogos y nuevas sustancias psicoactivas.

Esta información es fundamental para que las autoridades competentes en materia de justicia puedan realizar la adecuada valoración del caso, la tipificación del delito de tráfico ilícito de drogas y la imposición de la pena correspondiente, de acuerdo con lo establecido en el Código Penal peruano, ya sea en su forma agravada, atenuada o como posesión no punible (Decreto Legislativo N.º 635, 2025).

El perito químico farmacéutico del Sistema Criminalístico Policial es integrante en diferentes comisiones, las que participan en los procedimientos de control y destrucción de las drogas decomisadas: a) La comisión de recepción, análisis y pesaje de drogas de la PNP; b) Representante





veedor en la Comisión de entrega, recepción, análisis, pesaje e internamiento definitivo de drogas en el Almacén Oficial de Drogas del Ministerio del Interior; c) Es representante en la Comisión de retiro, pesaje y análisis de las drogas del Almacén Oficial de Drogas del Ministerio del Interior; d) Participa en el acto público de destrucción de drogas decomisadas (Resolución Ministerial N.º 0702-IN-DGCO, 2016).

Asimismo, el perito químico farmacéutico de la PNP participa en las diligencias judiciales de ratificación de informes periciales de drogas ilícitas decomisadas, de manera presencial y a través de mecanismos tecnológicos, tales como: videoconferencias, empleo de firma digital, entre otros (Decreto Supremo N.º 007-2014-IN, 2014).

iii) Proceso de pesaje y análisis de drogas

Los laboratorios de química y toxicología forense del Sistema Criminalístico Policial, ubicados a nivel nacional, reciben, según corresponda, las drogas ilícitas decomisadas por la Dirección Antidrogas (DIRANDRO) PNP, así como por las unidades y subunidades policiales responsables de las intervenciones, para su pesaje y análisis, a cargo del perito químico farmacéutico integrante de la Comisión de Recepción, Análisis y Pesaje de Drogas (Decreto Supremo N.º 007-2014-IN).

(1) Comisión de recepción, pesaje y análisis de drogas

Comité multidisciplinario de carácter autónomo, encargado del proceso de pesaje y análisis químico de drogas. Según la Resolución Ministerial N.º 0702-IN-DGCO (2016), esta comisión se encuentra conformada por:

- (a) Representante de la Dirección Antidrogas PNP (DIRANDRO): Oficial PNP encargado de la revisión y verificación de la documentación presentada. Asimismo, es el responsable de recepcionar las drogas ilícitas, posterior a los análisis y pesaje; y trasladarlos al almacén provisional.
- (b) Representante del Ministerio Público (RMP): Adscrito por su institución con la finalidad de dar legalidad y transparencia al proceso de pesaje y análisis de drogas.
- (c) Perito químico farmacéutico del Sistema Criminalístico Policial: profesional químico farmacéutico especializado de la Policía Nacional del Perú encargado de aplicar las diferentes técnicas analíticas en la determinación del peso e identidad de las sustancias.
- (d) Representante de la unidad policial que traslada la muestra: personal de la unidad policial solicitante de los exámenes de pesaje y análisis de drogas, encargado de transportar las muestras desde su unidad policial al laboratorio del Sistema Criminalístico Policial con la documentación requerida y manteniendo la cadena de custodia.

(2) Requisitos para la recepción de muestras

Para la recepción de la muestra en los laboratorios de química y toxicología forense del Sistema Criminalístico Policial, es necesario que se encuentre registrada y programada en el Sistema de Información Nacional de Interdicción Contra el Tráfico Ilícito de Drogas (SINICTID).

El personal de la unidad policial que transporta la muestra debe llegar al laboratorio correspondiente, con la debida anticipación según el turno u horario programado, portando la muestra acompañada de la documentación correspondiente (por triplicado, original y dos



copias), para su revisión por el Oficial DIRANDRO PNP y verificada por el RMP (Directiva N.º 015-IN/DGCO, 2016):

- (a) Oficio de atención dirigido al director de la Dirección de Criminalística PNP o al jefe de la especialidad correspondiente.
- (b) Hoja de remisión.
- (c) Actas de intervención, incautación, prueba de campo, hallazgo o decomiso, pesaje, según corresponda (autenticadas por el jefe de unidad policial).
- (d) Acta de lacrado (original y dos copias)
- (e) Formato de cadena de custodia (original y dos copias).
- (f) Formato de rótulo de evidencias (original y dos copias).
- (g) Hoja de identificación del Sistema Automatizado de Identificación de Huellas Dactilares (AFIS) de los intervenidos, cuando corresponda.

(3) Recepción y descripción de la muestra

Realizada la revisión de la documentación por parte del personal DIRANDRO PNP y por el Representante del Ministerio Público, de no existir observaciones, el perito químico farmacéutico, recepciona la muestra en acto único y continuo (Resolución Ministerial N.º 702-2016-IN/DGCO, 2016), verificando la integridad del embalaje, el lacrado de la muestra y la cadena de custodia.

Se realiza la descripción minuciosa del empaque y de la muestra, con relación al envase mediano (bolsa, envoltorio, frasco, etc.): hermeticidad, cantidad, material; y con relación a la sustancia: estado físico, color, aspecto, forma, logos, estado de conservación u otras características de relevancia.

(4) Determinación de peso de la sustancia decomisada

Es el proceso gravimétrico realizado por el perito químico farmacéutico en balanzas calibradas, de sensibilidad y capacidad adecuada al tamaño de la muestra. Durante este acto se generan cuatro (04) pesos que se describen a continuación (Resolución Ministerial N.º 702-2016-IN/DGCO, 2016):

- (a) Peso bruto: es el peso total de la sustancia, incluyendo el peso de la envoltura, recipiente o envase que la contiene.
- (b) Peso neto: es el peso de la sustancia, sin considerar el peso de la envoltura, envase o recipiente que la contiene.
- (c) Peso análisis: es la cantidad de sustancia (alícuota) que, se extrae del peso neto de la sustancia, con fines de análisis físicos, químicos e instrumentales.
- (d) Peso neto devuelto: es el peso de la sustancia resultante matemáticamente de la diferencia entre el peso neto y el peso análisis, y entregada por el perito químico farmacéutico al representante de la Dirección Antidrogas para su internamiento provisional.



Figura 502

Determinación del peso neto de muestra de droga decomisada por tráfico ilícito de drogas mediante balanza de precisión



Nota. Perito químico farmacéutico determinando el peso neto de una muestra de especie vegetal seca (marihuana), decomisada por tráfico ilícito de drogas, utilizando una balanza debidamente calibrada, en el Laboratorio de Análisis Químico y Pesaje de Drogas de la DIVLACRI DIRCRI PNP

(5) Análisis de identificación de sustancias decomisadas

El perito químico farmacéutico analiza la muestra y determina el tipo de droga (Resolución Ministerial N.º 702-2016-IN/DGCO, 2016). Los análisis de identificación son procesos químicos, analíticos e instrumentales dirigidos a establecer la identidad de una sustancia (droga) procedente del Tráfico Ilícito de Drogas (TID), a través de la determinación de al menos dos parámetros característicos de una sustancia; uno de los cuales debe proporcionar información sobre la estructura química de la sustancia analizada; es decir, análisis preliminares y de confirmación (Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito [UNODC], 2012).

Luego del análisis químico de la droga, el perito químico farmacéutico entrega el “peso neto devuelto” de la droga al Oficial de la DIRANDRO PNP para su internamiento correspondiente.

(6) Emisión de los documentos periciales

Concluido el proceso de pesaje y análisis de la sustancia decomisada se emiten los siguientes documentos periciales:

- (j) Resultado preliminar de análisis químico. Es el documento que contiene los pesos obtenidos y el resultado del análisis cualitativo de la sustancia incautada. Este documento



es firmado por los integrantes de la “Comisión de análisis y pesaje de drogas” (Directiva N.º 015-IN/DGCO, 2016). En el documento pericial se consigna:

- (i) Número de examen preliminar químico de drogas: número asignado por el Sistema de Información Nacional de Interdicción contra el Tráfico Ilícito de Drogas, vigente.
- (ii) Procedencia: la unidad que interviene en su comiso, y se indica el número de oficio en el que se solicita la diligencia.
- (iii) Detenido (s): nombres y apellidos consignados en forma completa, además de la edad, consignados en base al oficio y hoja de remisión, cuando corresponda.
- (iv) Fecha y hora: en el momento que inicia el acto para esa muestra.
- (v) Presentes en el examen: nombre y apellidos de los miembros de la comisión de recepción y pesaje de drogas.
- (vi) Muestra: descripción detallada de la muestra forense, abarcando desde su presentación en el momento de la recepción hasta las características observables al ser retirada del envase.
- (vii) Pesaje: se hace referencia a los pesos obtenidos en kilogramos con aproximación al milésimo.
- (viii) Resultados: se indica en forma preliminar sobre el componente principal de la muestra y datos complementarios como la presencia de adulterantes, humedad, soportes, etc.
- (ix) Este documento debe ser firmado por los integrantes de la Comisión de Recepción para el pesaje, análisis y entrega de drogas y el efectivo policial que conduce la muestra.
- (k) Informe pericial forense de drogas. Es el documento oficial emitido por la Dirección de Criminalística o por las unidades de organización que conforman el Sistema Criminalístico Policial a nivel nacional. Contiene el resultado definitivo (análisis confirmatorio) de la identificación y cantidad de la sustancia decomisada, así como resultados complementarios, cuando corresponda, como el porcentaje de humedad, porcentaje de adulterantes, cuantificación en muestras con soporte, entre otros. Este documento es firmado únicamente por el perito químico farmacéutico de la PNP quien realizó los análisis respectivos.

iv) Métodos y técnicas de identificación de drogas ilícitas

Para el análisis de drogas, se emplean diversas técnicas, métodos e instrumentos; la elección de la técnica adecuada depende de factores como la naturaleza de la muestra, los recursos disponibles y los objetivos específicos del análisis. Para la obtención de resultados precisos y confiables en la identificación de drogas, es necesario la combinación de métodos colorimétricos o de orientación con métodos instrumentales o de confirmación (UNODC, 2012).

(1) Técnicas colorimétricas de identificación de drogas

Las técnicas colorimétricas son métodos analíticos que permiten identificar sustancias mediante cambios de color al reaccionar con reactivos específicos. Estas pruebas son ampliamente utilizadas en la detección preliminar de drogas ilícitas debido a su simplicidad, rapidez y bajo costo.

Las técnicas colorimétricas son herramientas valiosas en la identificación preliminar de drogas





ilícitas. Sin embargo, debido a sus limitaciones, deben emplearse como parte de un enfoque analítico integral que incluya métodos confirmatorios para asegurar la precisión y confiabilidad de los resultados.

Las pruebas con reactivos específicos consisten en la aplicación de reactivos químicos que reaccionan con determinadas sustancias, produciendo cambios de color característicos. Algunos de estos reactivos son: reactivo de Dragendorff, reactivo de Scott-Mather, reactivo de Mayer, reactivo de Duquenois-Levine, reactivo de Fast Blue B salt, reactivo de Marquis, reactivo de Ehrlich y prueba de Lugol.

Las pruebas presuntivas para detectar la presencia de drogas ilícitas en materiales incautados siguen utilizándose ampliamente (Flanagan et al., 2020).

(l) Cromatografía en capa fina (CCF)

La CCF es una técnica utilizada habitualmente para la separación e identificación de drogas. Se trata de una técnica económica, rápida, sensible (solo se requieren cantidades inferiores al miligramo de la sustancia objeto de análisis), flexible en la selección de las fases estacionaria y móvil y aplicable a una amplia variedad de sustancias, en forma de sal o de base, desde los materiales más polares a los no polares (UNODC, 2012).

(m) Kits de reactivos para análisis de drogas

Los kits de reactivos para análisis de drogas son herramientas portátiles (de un solo uso o de uso múltiple) que contienen sustancias químicas específicas (reactivos) diseñadas para reaccionar con ciertas drogas ilícitas, produciendo un cambio de color observable.

Estos kits permiten una identificación presuntiva "in situ" de las drogas en la escena del crimen o en el laboratorio antes de realizar análisis confirmatorios más complejos. Su propósito principal es brindar una indicación rápida de la posible presencia de una droga determinada.

La composición de un kit individual de reactivos varía según la droga que se busca identificar. Generalmente, cada kit contiene uno o más reactivos químicos específicos en ampollas de vidrio selladas o contenedores en aerosol. Estos reactivos están diseñados para producir una reacción colorimétrica distintiva al entrar en contacto con la droga objetivo (UNODC, 2018).

Los colores producidos se comparan con los de la carta apropiada, inmediatamente y por no más de 60 segundos de producida la reacción; el personal que manipule estos dispositivos debe estar lo suficientemente capacitado y con los elementos de protección personal (EPP) apropiados. Los resultados de las pruebas deben ser confirmados por los peritos químico farmacéuticos forenses en el laboratorio de Criminalística.



Figura 503

Kit de reactivos individual y en aerosol para la detección de drogas ilícitas



Nota. Figura izquierda, Kit de reactivo individual en ampollas, para la detección de éxtasis, heroína y marihuana. Figura derecha, Kit de reactivo en aerosol para determinación de alcaloide de cocaína, marihuana, heroína, anfetaminas y metanfetaminas, en el Laboratorio de Pesaje y Análisis Químico de Drogas de la DIVLACRI DIRCRI PNP.

(2) Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS)

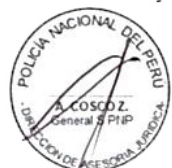
La GC-MS es una de las técnicas más utilizadas para la identificación de muestras de drogas con fines forenses. Como técnica combinada, usa el poder de discriminación y la sensibilidad de un cromatógrafo de gases con la especificidad para la muestra analizada que aporta una técnica espectroscópica. Puede proporcionar datos espectrales altamente específicos de las distintas sustancias presentes en una mezcla compleja sin necesidad de aislarlos previamente (UNODC, 2012).

La cromatografía de gases es una potente herramienta analítica utilizada para el análisis de diversas evidencias forenses que pueden hacerse volátiles. Se utiliza mucho porque ofrece un análisis rápido y eficaz con alta resolución. También es una técnica muy sensible debido a que puede detectar fácilmente concentraciones extremadamente bajas de analitos. Otra gran ventaja de esta técnica es que sólo requiere una cantidad de microlitros de muestras y es una inversión única (Hussain et al., 2021).

(3) Espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier (FT-IR)

La espectroscopia infrarroja es un tipo de espectroscopia vibracional en la que la energía de la radiación electromagnética incidente es absorbida por la molécula, se excita y experimenta rotaciones o vibraciones. La espectroscopia infrarroja es una técnica ampliamente utilizada debido a su versatilidad y rapidez en la obtención de resultados. Esta técnica permite analizar fácilmente una gran variedad de muestras líquidas, sólidas y gaseosas. Requiere una preparación mínima de la muestra y, según el tipo de técnica utilizada, puede ser no destructiva.

Con frecuencia, las muestras se analizan mediante una combinación de espectroscopía



Raman, de infrarrojo cercano e infrarrojo (IR) para obtener una visión completa del compuesto. La ciencia forense utiliza ampliamente estas técnicas para analizar muestras como pinturas, explosivos, drogas y compuestos falsificados. Estas técnicas son muy útiles en el análisis de muestras forenses, ya que son no destructivas y requieren una preparación mínima. La FTIR es la técnica más utilizada en todo el mundo. Esta técnica permite analizar la composición química de muestras sólidas, líquidas e incluso gaseosas mediante la detección de vibraciones fundamentales, especialmente rotacionales y traslacionales (Hussain et al., 2021).

(4) Espectroscopía Raman (ER)

La espectroscopía de Raman funciona según el principio de dispersión Raman, que se produce cuando un fotón incidente de alta energía incide en una molécula, lo que provoca su absorción y su desplazamiento a una longitud de onda mayor o menor. Este desplazamiento a una longitud de onda mayor o menor se conoce como desplazamiento de Stokes o anti-Stokes, respectivamente.

Las vibraciones causadas por este desplazamiento son específicas de cada molécula y, por lo tanto, adecuadas para su caracterización. Cualquier tipo de muestra líquida o sólida se puede montar directamente en el espectrómetro para su análisis. La ER es una técnica versátil y no destructiva capaz de analizar diversas moléculas con una preparación mínima o nula de la muestra (Hussain et al., 2021).

Figura 504

Identificación de pasta básica de cocaína con el analizador portátil de narcóticos TruNarc™



Nota. Identificación de pasta básica de cocaína en muestra decomisada empleando el espectrómetro Raman Thermo Scientific TruNarc™, realizado en el Laboratorio de Análisis Químico y Pesaje de Drogas de la DIVLACRI DIRCRI PNP.

La selección de las técnicas analíticas depende de la naturaleza de la muestra, la cantidad disponible, la sospecha sobre la droga ilícita presente y los recursos del laboratorio de análisis químico y pesaje de drogas.





v) Generalidades de algunas drogas

- (1) Cocaína (éster metílico del ácido 3-(benzoiloxi)-8-metil-8-azabicyclo [3.2.1] octano-2-carboxílico, metilbenzoilecgonina)

La cocaína es uno de al menos 14 alcaloides extraídos de las hojas de los arbustos de coca (*E. coca*, *E. novogranatense*) originarios de la región andina de sudamérica. Las cantidades relativas de alcaloides en las hojas de coca varían con la edad, así como con la especie y la variedad. Las semillas de las plantas de coca no contienen cocaína. La vida útil de la planta es de más de 40 años, pero la producción de una planta de coca media disminuye después de unos 10 años. Las hojas contienen entre un 0,5 y un 2,0 % (media < 1 %) de cocaína, dependiendo de la variedad y de las condiciones climáticas; la cosecha tiene lugar en marzo, junio y noviembre, comenzando 2 años después de la plantación (Barceloux, 2012).

Cocaína es un producto natural aislado de las hojas de la planta sudamericana de coca *Erythroxylon coca*. Su administración produce sensación de bienestar, estimulación y euforia, aunque a dosis más altas puede producir disforia. Puede causar elevación de la presión arterial, palpitations y taquicardia, así como diversos efectos sobre el SNC, incluyendo efectos psicóticos a dosis más altas. El consumo crónico, especialmente en dosis altas, como suele ocurrir con el abuso de drogas, puede causar una afección a menudo indistinguible de la esquizofrenia. La abstinencia brusca puede provocar fatiga, depresión y alteraciones del sueño (Hodgson et al., 2015).

- (2) Pasta básica de cocaína

La pasta de coca es el producto inicial del proceso de extracción de cocaína que contiene altas concentraciones de sulfato de cocaína. El abuso de este producto consiste en fumar cigarrillos de tabaco o marihuana con este semisólido blanco. Fumar estos cigarrillos provoca una euforia inmediata similar a la de fumar cocaína libre, pero el coste relativo de fumar pasta de coca es menor. El potencial de adicción de fumar pasta de coca y cocaína libre es similar, y esta forma de consumo de cocaína es común en Sudamérica, especialmente entre los pobres e incluso entre la clase media. El análisis químico de la pasta de coca indica que suele contener más del 60 % de cocaína junto con otras sustancias como ácido benzoico, ecgonina, éster metílico de ecgonina, benzoato de metilo, manganeso, residuos de gasolina (etilbenceno, xileno, trimetilbenceno, naftaleno) y otros alcaloides naturales (tropacocaína, cis y trans-cinamoilcocaína) (Barceloux, 2012).

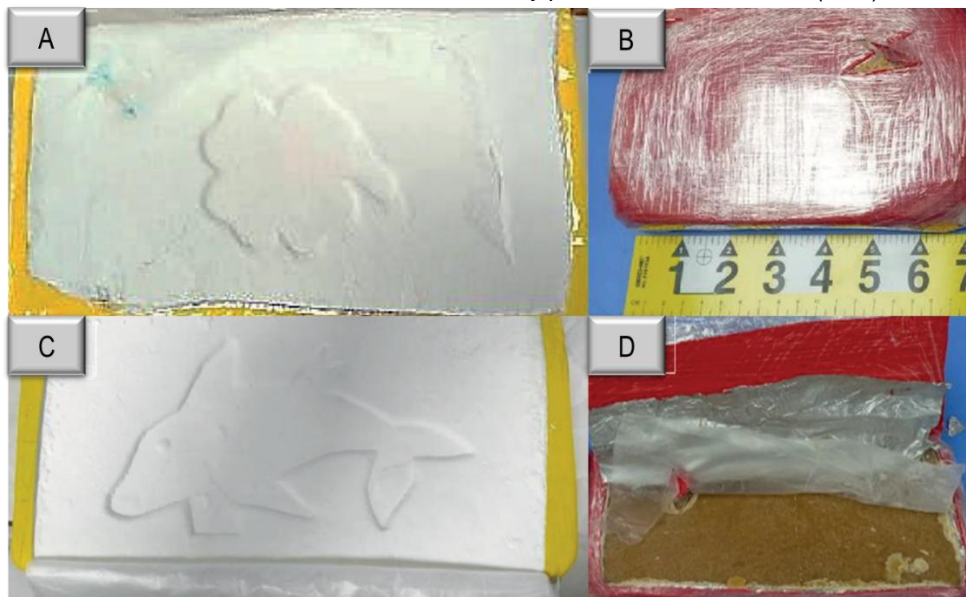
- (3) Clorhidrato de cocaína

El clorhidrato de cocaína es la forma de sal de clorhidrato del alcaloide tropano cocaína, con actividad estimulante del sistema nervioso central y anestésica local (National Center for Biotechnology Information, 2025). Se presenta en forma de polvo blanco, más o menos adulterada; se administra por vía intranasal o esnifada; en casos se inyecta por vía venosa (no se puede fumar pues se destruye por el calor). El esnifado es un modo muy común de usar la cocaína. Debido a la intensa vascularización de la mucosa de la nasofaringe la absorción es rápida, así como sus efectos (locuacidad, sensación de energía) que duran entre 20 y 40 minutos. En el ámbito nacional, la administración de cocaína por vía endovenosa no es frecuente (UNODC, 2013).



Figura 505

Muestras decomisadas de clorhidrato de cocaína y pasta básica de cocaína (PBC)



Nota. (A) y (B): muestras de clorhidrato de cocaína que presentan logos en bajo relieve (trébol y delfín, respectivamente). (C) y (D): muestras de PBC con diversas envolturas que cubren la droga. Fotografías tomadas en la DIVLACRI – DIRCRI PNP.

Tanto la PBC, como el clorhidrato de cocaína, son remitidos por las unidades policiales, al Laboratorio de Pesaje y Análisis de drogas del DEPQTF - DIRCRI PNP en sus diversas presentaciones, dependiendo de las etapas del proceso en el que se halló al momento de su decomiso, del tipo de camuflaje utilizado para su tráfico, de los insumos utilizados para su elaboración, de los adulterantes, etc.

Tabla 44

Diferencias en la caracterización de pasta básica de cocaína y clorhidrato de cocaína

Examen físico	PBC	Clorhidrato de cocaína
Examen físico		
Aspecto	Pulverulento	Cristalizada
Color	Blanco parduzco	Blanquecino
Olor	Característico	No presenta
Solubilidad en agua	Insoluble	Soluble
Solubilidad en solvente orgánico	Soluble	Insoluble
Punto de fusión	98 °C	195 °C
Reacción	Alcalina	Ligeramente ácida
Examen químico		
Reactivo Mayer	Positivo	Positivo
Reactivo Tiocianato de cobalto	Positivo	Positivo
Adulterantes más comunes	Almidón, carbonato de sodio o calcio, yeso	Anestésicos sintéticos (xilocaína, novocaína, benzocaína, etc.) glutamato sódico, almidón, ácido bórico

Nota. Propiedades fisicoquímicas de la PBC y clorhidrato de cocaína consideradas para su identificación en el Laboratorio de Pesaje y Análisis Químico de Drogas de la DIVLACRI - DIRCRI PNP.

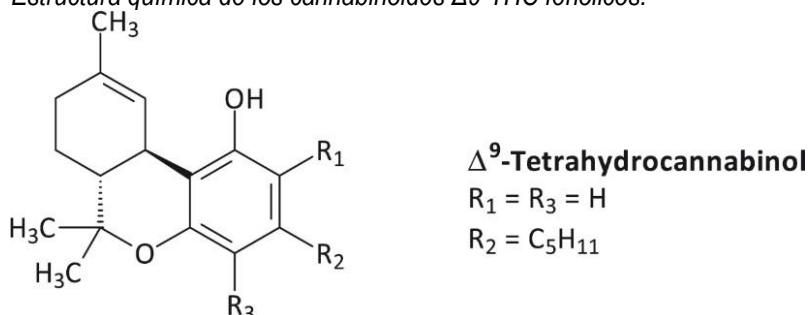


(4) Cannabis sativa (bhang; charas; dagga; ganja; hachís; planta de cáñamo; marihuana)

Una planta que fue nombrada y descrita por Linneo en 1753. La psicoactividad del cannabis se conoce desde la antigüedad. La planta se ha utilizado por sus efectos psicoactivos en la India desde hace 3500 años, y los musulmanes la han consumido durante siglos. Entre 200 y 300 millones de personas en todo el mundo fuman o ingieren diversas preparaciones de esta planta. Por consiguiente, estas preparaciones constituyen sin duda el grupo de drogas ilícitas más consumido. El cannabis se ha cultivado durante al menos 5000 años, extendiéndose originalmente desde Asia central a todas las zonas templadas y tropicales del mundo. El cannabis ha sido un cultivo agrícola valioso por muchas razones. Las fibras resistentes del tronco leñoso se conocen como cáñamo y se han utilizado para producir cuerdas y cordeles, así como telas finas o ásperas. La planta de cannabis es posiblemente la fuente más eficiente de pulpa de papel, produciendo hasta cinco veces más celulosa por acre al año que los árboles. Las semillas de cannabis se utilizan como alimento para el ser humano, las aves de corral y otras aves, además de proporcionar aceite de semilla de cáñamo para pintura y jabón. La planta produce hasta 61 compuestos específicos conocidos como cannabinoides, de los cuales el (-)- Δ^9 -trans-tetrahidrocannabinol (THC) es la principal fuente de psicoactividad. La concentración de THC en la planta es mayor en las brácteas, flores y hojas, y prácticamente inexistente en los tallos, raíces o semillas. El contenido de THC de la planta y la proporción de otros cannabinoides varían considerablemente y probablemente estén más controlados por el tipo de semilla que por el suelo o las condiciones climáticas (Hodgson et al., 2015).

Figura 506

Estructura química de los cannabinoides Δ^9 -THC fenólicos.



Nota. Son compuestos de 21 carbonos con una cadena lateral C5 ($R_2 = C_5H_{11}$). Los ácidos carboxílicos correspondientes son A ($R_1 = COOH$) y B ($R_3 = COOH$), estructura química tomada de Barceloux DG. Medical toxicology of drug abuse: synthesized chemicals and psychoactive plants (2012).

Los productos ilícitos de cannabis se clasifican en tres categorías principales: la hierba de cannabis, la resina de cannabis y el cannabis líquido (aceite de cannabis). Cabe destacar que no existen dos productos ilícitos de cannabis que tengan exactamente la misma apariencia (UNODC, 2022).

(a) Hierba de cannabis

Las sumidades floridas y con fruto, así como las hojas adyacentes a las sumidades floridas, contienen la mayor cantidad de THC. Se conocen como las "partes que contienen droga", y generalmente solo estas partes de la planta se venden en el mercado ilegal. Sin embargo, el cannabis herbáceo consumido ilegalmente también incluye hojas más grandes, ubicadas a mayor distancia de las sumidades floridas. Si bien las hojas adyacentes a las sumidades floridas masculinas de las plantas de cannabis potentes contienen THC, este contenido es mucho menor que el de las plantas femeninas. El tallo central y los tallos laterales



principales contienen poco THC, pero aun así pueden utilizarse en la producción de aceite de cannabis. Las hojas y las flores secas de la planta de cannabis se conocen como “marihuana”, y tienen otros muchos nombres regionales. La “marihuana” se trafica ilícitamente sin sufrir modificaciones; es decir, tal y como se encontraba en la planta, procesada en bloques comprimidos, o como material molido. La presentación del material herbáceo en el tráfico ilícito varía considerablemente, tanto de una región a otra como dentro de cada país (UNODC, 2022).

(b) Resina de cannabis (hachis)

Las secreciones de resina de la planta, producida en los tricomas glandulares pueden recogerse, obteniéndose de esta manera un producto con mayor contenido de THC, del que se elimina la mayor parte del material vegetal visible. Su composición incluye, además de secreciones, un material vegetal más fino con apariencia de polvo pegajoso suelto o presionado, según el método de producción empleado. Los tricomas glandulares son las estructuras en las que se produce y almacena la resina de cannabis (UNODC, 2022).

(c) Aceite de hachis

Es un extracto líquido concentrado obtenido de la hierba de cannabis o la resina de cannabis. El cannabis líquido se extrae para concentrar los ingredientes psicoactivos, por ejemplo, THC. De esta forma, el traficante puede burlar más fácilmente la ley, pues puede ocultar más material psicoactivo en una menor cantidad de producto. Otra ventaja consiste en que el traficante puede introducir el cannabis líquido en cavidades y usar envases no aptos para almacenar hierba o resina de cannabis, con lo que se evita la posibilidad de detección por su olor o su forma. La extracción se lleva a cabo en un recipiente adecuado mediante un disolvente orgánico (por ejemplo, éter de petróleo, etanol, metanol o acetona), a temperatura ambiente y agitándose, mediante extracción pasiva o reflujo (UNODC, 2022).

Figura 507

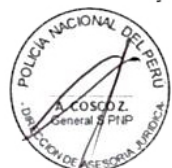
Muestras decomisadas de semillas e inflorescencias de Cannabis sativa (marihuana)



Nota. (A): muestras de semillas de Cannabis sativa (marihuana) tipo aquenio y (B): muestra de inflorescencias, hojas y tallos de Cannabis sativa; recibidas en el Laboratorio de Pesaje y Análisis Químico de Drogas de la DIVLACRI - DIRCRI PNP.

(5) Amapola, adormidera (Papaver somniferum)

La adormidera es una de las plantas medicinales más antiguas que se conocen. Aunque se desconoce la época y el lugar exacto de su descubrimiento, la adormidera es probablemente originaria de Asia Menor. Las tablillas sumerias de arcilla en escritura cuneiforme describieron por primera vez el cultivo de la planta del opio alrededor del año 3000 a.C. El término sumerio para el opio era gil (felicidad), y la adormidera se llamaba planta de la alegría (gil hul). La





adormidera es una de las aproximadamente 100 especies de plantas de la familia de las amapolas. La taxonomía de la familia de la adormidera es compleja; hay una gran variedad de subespecies y cepas como resultado del cultivo de estas plantas durante miles de años. Existen diversas variaciones de la planta de adormidera y cultivares afines como resultado del cultivo extensivo de esta única especie vegetal durante muchos años. Normalmente, la variedad india (album) tiene flores blancas con semillas blancas, mientras que la variedad europea (nigrum) tiene flores púrpuras y semillas gris. La variedad asiática menor (glabrum) tiene flores púrpuras con semillas negras violáceas (Barceloux, 2012).

(6) Opio

El opio es el exudado blanco, secado al aire, extraído de la planta de amapola. Contiene al menos 40 alcaloides, además de morfina, entre ellos codeína, tebaína, narcotina (ftalideisoquinolina noscapina), papaverina y alcaloides menores (aporfina, benzofenantridina, protoberberina, tetrahidroprotoberbina, tetrahidroisoquinolina) (Barceloux, 2012).

(7) LSD (dietilamida del ácido D-lisérgico; N,N-dietil-D-lisergamida; LSD-25; lisergida)

La dietilamida del ácido lisérgico es un derivado semisintético del ácido lisérgico, una de las sustancias psicodélicas más potentes conocidas, sintetizada por primera vez por Albert Hofmann en 1938 a partir de un alcaloide del cornezuelo del centeno (Drug Enforcement Administration [DEA], 2025).

El LSD puro es un polvo blanco, cristalino, inodoro e insípido, pero raramente se encuentra así. Su distribución se realiza en "blotters" (papel secante impregnado), micropuntos, cápsulas o soluciones líquidas, siendo el "blotter" la presentación más común y distintiva en el mercado ilícito (DEA, 2025; National Institute on Drug Abuse [NIDA], 2020). Se consume principalmente por vía oral, generalmente colocando un trozo de papel secante debajo de la lengua para su absorción. Las dosis son extremadamente bajas, en microgramos (μg), lo que hace que una pequeña cantidad tenga un impacto significativo en el sistema nervioso central (NIDA, 2020).

(8) Anfetamina ((fenilisopropil)amina; 1-fenil-2-aminopropano; Dexedrina (isómero D))

Es una sustancia psicoactiva sintética que pertenece a la clase de las fenetilaminas, actuando como un potente estimulante del sistema nervioso central (SNC), siendo una sustancia fiscalizada debido a su potencial de abuso y dependencia (NIDA, 2020).

Las anfetaminas, en su forma pura, son polvos cristalinos blancos, inodoros y con sabor amargo, aunque en el mercado ilícito pueden presentarse en diversas formas como tabletas, cápsulas, polvo o pasta, y pueden estar adulteradas con otras sustancias (Drug Enforcement Administration [DEA], 2025).

El consumo de anfetaminas puede ser por diversas vías, incluyendo la oral, intranasal (inhalada), intravenosa (inyectada) y fumada, siendo las vías de administración un factor determinante en la rapidez y la intensidad de sus efectos (DEA, 2025). El consumo ilícito se asocia a menudo con el uso recreativo, el abuso para mejorar el rendimiento (académico o deportivo) o como coadyuvante en la pérdida de peso, lo que contribuye a su presencia en casos de intoxicación, accidentes o delitos (UNODC, 2024).

En la siguiente figura se compara la estructura química de la anfetamina, la metanfetamina y los neurotransmisores de catecolamina (Barceloux, 2012).

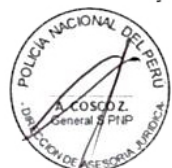
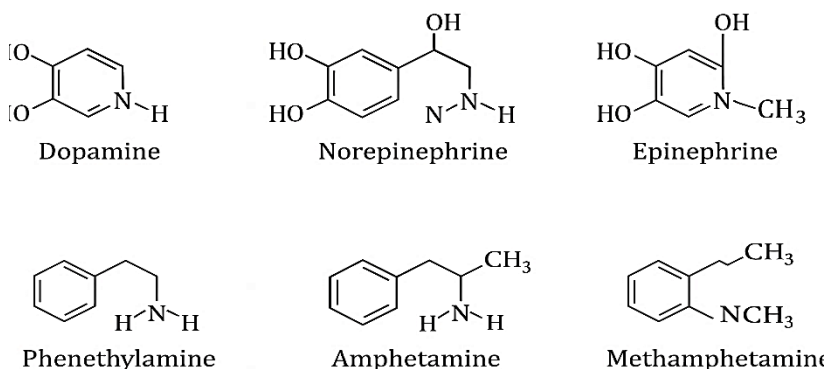


Figura 508

Estructuras químicas de la dopamina, epinefrina, norepinefrina, fenetilamina, anfetamina y metanfetamina.



Nota. Tomadas de *Medical toxicology of drug abuse: synthesized chemicals and psychoactive plants* (p.4), por D.G. Barceloux, 2012.

Las fenilisopropilaminas tienen un centro quiral en el carbono α , lo que permite la formación de enantiómeros con diferentes potencias biológicas, como se muestra en la siguiente tabla (Barceloux, 2012).

Tabla 45

Anfetamina y estructuras relacionadas con la anfetamina.

Sustancia	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇
Amphetamine	H	H	H	H	CH ₃	H	H
Benzphetamine	H	H	H	H	CH ₃	CH ₃	CH ₂ CH ₃
Cathinone	H	H	H	=O	CH ₃	H	H
Desmethylselegiline	H	H	H	H	CH ₃	H	CH ₂ CCH
Diethylpropion	H	H	H	=O	CH ₃	CH ₂ CH ₃	CH ₂ CH ₃
Ephedrine	H	H	H	OH	CH ₃	H	CH ₃
Fenfluramine	H	CF ₃	H	H	CH ₃	H	CH ₂ CH ₃
MDA	O-CH ₂ -O		H	H	CH ₃	H	H
MDEA (MDE)	O-CH ₂ -O		H	H	CH ₃	H	CH ₂ CH ₃
MDMA	O-CH ₂ -O		H	H	CH ₃	H	CH ₃
Mescaline	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	H	H	H	H
Methamphetamine	H	H	H	H	CH ₃	H	CH ₃
Methcathinone	H	H	H	=O	CH ₃	H	CH ₃
Phenelzine	H	H	H	H	H	H	NH ₂
Phentermine	H	H	H	H	(CH ₃) ₂	H	H
Phenylephrine	H	OH	H	OH	CH ₃	H	H
Phenylpropanolamine	H	H	H	OH	CH ₃	H	H
Pseudoephedrine	H	H	H	OH	CH ₃	H	CH ₃
Selegiline	H	H	H	H	CH ₃	CH ₃	CH ₂ CCH

Nota. Estructuras químicas adaptadas de *Medical toxicology of drug abuse: synthesized chemicals and psychoactive plants* (p.5), por D.G. Barceloux, 2012.

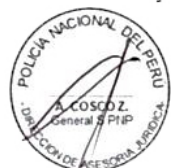
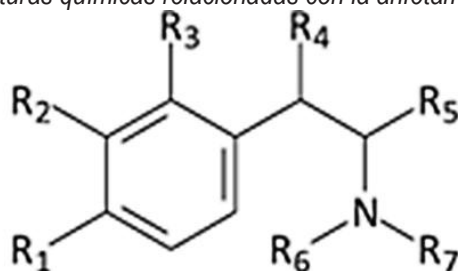


Figura 509

Estructuras químicas relacionadas con la anfetamina.



Nota. Estructuras químicas adaptadas de *Medical toxicology of drug abuse: synthesized chemicals and psychoactive plants* (p.5), por D.G. Barceloux, 2012.

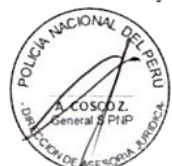
- (9) Metanfetamina (1-fenil-2-(metilamino) propano; D-Nα- dimetilfenetilamina; D-desoxiefedrina; "speed")

La metanfetamina es una droga estimulante altamente adictiva que afecta el sistema nervioso central. Es un derivado de la anfetamina, pero sus efectos son más potentes y duraderos. Se presenta comúnmente en forma de polvo cristalino blanco, inodoro y amargo, o como cristales transparentes y brillantes que se asemejan al hielo, conocida como "crystal meth" (NIDA, 2023). Las características de la metanfetamina incluyen su alta capacidad de generar dependencia, su neurotoxicidad y su potencial para inducir psicosis. Químicamente, es d-N-metilanfetamina. Se puede consumir de diversas formas: fumada, inhalada, inyectada o ingerida oralmente (UNODC, 2024).

El consumo de metanfetamina produce una rápida y euforia intensa, seguida de un aumento de la energía, el estado de alerta y la actividad física. Sin embargo, estos efectos positivos son de corta duración y son seguidos por una serie de efectos adversos. Los efectos inmediatos pueden incluir taquicardia, hipertensión, hipertermia, y convulsiones. A largo plazo, el consumo crónico puede llevar a problemas de salud graves como daño cerebral, enfermedades cardiovasculares, desnutrición severa, problemas dentales ("boca de metanfetamina"), y trastornos psiquiátricos como paranoia, alucinaciones y comportamientos violentos (NIDA, 2023). La sobredosis de metanfetamina puede ser fatal, causando accidentes cerebrovasculares, ataques cardíacos o insuficiencia orgánica (UNODC, 2024).

- (10) MDMA (3,4 Metilendioxitetanfetamina)

Es una droga sintética psicoactiva que actúa como estimulante y alucinógeno, se clasifica como un entactógeno, ya que produce sensaciones de empatía, cercanía y bienestar emocional. Los efectos del éxtasis suelen aparecer entre 30 y 60 minutos después de la ingestión y duran entre 3 y 6 horas. Incluyen euforia, aumento de la energía, sensaciones de apertura y conexión emocional y distorsión de la percepción sensorial. A nivel fisiológico, puede causar aumento de la frecuencia cardíaca, presión arterial, temperatura corporal y deshidratación (NIDA, 2024). El MDMA se presenta comúnmente en forma de pastillas o tabletas, a menudo con logotipos o diseños grabados, lo que dificulta su identificación a simple vista sin un análisis de laboratorio. También puede encontrarse en polvo, cristal o cápsulas.



A nivel molecular, la presencia del grupo metilendioxi es una característica distintiva que se busca en los análisis forenses para diferenciarla de otras anfetaminas; La forma más común de consumo es por vía oral, tragando las pastillas, menos frecuentemente, puede ser inhalado (esnifado) o disuelto en bebidas (U.S. Drug Enforcement Administration, 2020).

Figura 510

Tabletas de éxtasis decomisadas



Nota. Tabletas de éxtasis decomisadas, con diferentes formas y colores. Fotografía tomada en el Laboratorio de Pesaje y Análisis Químico de Drogas de la DIVLACRI DIRCRI PNP.

(11) GHB (Gamma-hidroxibutirato)

El GHB es un depresor del sistema nervioso central que se utiliza ilegalmente como droga recreativa y, en algunos casos, en delitos de sumisión química debido a sus propiedades sedantes y amnésicas. Originalmente, el GHB fue sintetizado como un anestésico y su uso médico legítimo es muy limitado (National Institute on Drug Abuse [NIDA], 2023).

El GHB se presenta comúnmente como un líquido incoloro e inodoro, con un sabor ligeramente salado, aunque también puede encontrarse en polvo blanco o cristalino. Su solubilidad en agua es alta, lo que facilita su disolución en bebidas sin ser detectado. A nivel químico, es un derivado del neurotransmisor GABA, y su estructura molecular es una característica clave para su identificación en el laboratorio (DEA, 2024).

La forma más frecuente de consumo es la ingestión oral, a menudo disuelto en bebidas alcohólicas o no alcohólicas. También se puede consumir en forma de polvo o cápsulas. Debido a su rápida absorción y a la estrecha ventana entre la dosis recreativa y la dosis tóxica, el riesgo de sobredosis es alto (DEA, 2024).

Los efectos del GHB pueden variar según la dosis, pero generalmente incluyen euforia, relajación, somnolencia, mareos y desinhibición. A dosis más altas, puede provocar náuseas, vómitos, pérdida del conocimiento, convulsiones, depresión respiratoria, coma e incluso la muerte. La amnesia anterógrada es un efecto común, lo que lo convierte en una "droga de violación". En el ámbito forense, la presencia de estos efectos en una persona, junto con la detección de GHB en sus fluidos corporales, es crucial para la investigación de casos criminales (NIDA, 2023).





d) Pesaje y análisis de insumos químicos y productos fiscalizados

i) Definición

Los insumos químicos y productos fiscalizados (IQPF) son aquellas sustancias, productos, subproductos o derivados, así como maquinarias y equipos, que pueden ser utilizados directa o indirectamente en la elaboración de drogas ilícitas (Decreto Legislativo N.º 1126, 2012, Art. 2). La lista específica de estos bienes es actualizada mediante Decreto Supremo, que detalla cuáles son los IQPF sujetos a registro, control y fiscalización, y las concentraciones a partir de las cuales se aplica dicho control (Decreto Supremo N° 268-2019-EF, 2019).

El pesaje y análisis de los IQPF es realizado por el profesional químico farmacéutico especializado de la Policía Nacional del Perú (Decreto Supremo N.º 026-2017-IN), que consiste en la determinación del peso y el análisis químico de los IQPF comisados por las diferentes unidades policiales en la investigación del tráfico ilícito de drogas (TID), los cuales son trasladados para su análisis al laboratorio de química y toxicología forense del sistema criminalístico policial, mediante técnicas e instrumentos tecnológicos de alta sensibilidad que aseguran la fiabilidad y certeza de los resultados (Resolución Ministerial N°0702-IN- DGCO, 2016).

ii) Importancia

La lucha contra el tráfico ilícito de drogas incluye el control de los insumos químicos y productos fiscalizados, previniendo el desvío de estas sustancias para la elaboración de drogas ilícitas, mediante el proceso de identificación de la sustancia fiscalizada, la determinación del peso; a través del uso de técnicas químico colorimétricas, físico químicas, gravimétricas, que son corroboradas con equipos de alta sensibilidad, que permiten obtener resultados confiables, que serán utilizados como evidencia científica en la administración de justicia (Decreto legislativo N° 1219-IN y su modificatoria, 2023).

Así mismo, el control de productos fiscalizados usados en la elaboración de drogas ilícitas permite recopilar información relevante para la construcción de políticas públicas en la erradicación y lucha contra el tráfico ilícito de drogas. Además, el monitoreo del uso legal de estos insumos es crucial, ya que muchos de ellos tienen usos legítimos en diversas industrias (UNODC, 2012).

A nivel regional, el Perú forma parte de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), la cual ha emitido normativas para armonizar el control de sustancias químicas. El artículo 1 de la Decisión 602 de la CAN (2004), establece la Norma Andina para el Control de Sustancias Químicas que se utilizan en la fabricación ilícita de estupefacientes y sustancias psicotrópicas. Esta normativa busca establecer mecanismos comunes para controlar y vigilar la importación, exportación, transporte y cualquier otro tipo de transacción a nivel andino y desde terceros países de sustancias químicas susceptibles de ser desviadas.

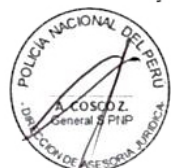
En el Decreto Supremo N° 268-2019-EF (2019), se aprueban las listas de insumos químicos, productos y sus subproductos o derivados que son objeto de control, y definen los bienes fiscalizados considerados de uso doméstico y artesanal, conforme lo establecido en los artículos 5 y 16 del Decreto Legislativo N.º 1126; según las tablas 35 y 36.



Tabla 46

Lista de insumos químicos y productos fiscalizados que están sujetos al registro, control y fiscalización en el territorio nacional

Nº	Insumo químico o producto	Fórmula química	Otras denominaciones
1	Acetato de Etilo	$C_4H_8O_2$	Ester Acético; Ester Etilico del Ácido Acético; Ester Etiloacético; Etanoato de Etilo; Acetidin; Vinagre de nafta.
2	Acetato de n-Propilo	$C_5H_{10}O_2$	Etanoato de Propilo; n-Propil Éster del Ácido Acético; Acetato de Propilo.
3	Acetona	C_3H_6O	Acetonum; Dimetilcetona; Dimethylketone; Propanona; Espíritu Piroacético; 2-Propanona; β -Cetopropana; Éter Piroacético; Ácido Piroacético.
4	Ácido Antranílico	$C_7H_7NO_2$	Ácido Orto Aminobenzoico; 1-Amino-2-Carboxibenceno; Ácido 2-Aminobenzoico; Orto-Carboxianilina.
5	Ácido Clorhídrico y/o Muriático	HCl	Ácido Hidroclórico; Cloruro de Hidrógeno en solución acuosa.
6	Ácido Fórmico	CH_2O_2	Ácido Metanoico; Ácido Hidroxicarboxílico.
7	Ácido Nítrico	HNO_3	Nitrato de Hidrógeno; Ácido Azótico; Hidróxido Nitrito; Ácido Fumante; Aqua Fortis.
8	Ácido Sulfúrico	H_2SO_4	Ácido Sulfúrico; Oleúm; Ácido Sulfúrico Fumante; Sulfato de Hidrogeno; Aceite de Vitriolo; Ácido Sulfúrico diluido; Ácido Sulfúrico en solución; Ácido Tetraoxosulfúrico (VI); Tetraoxosulfato (VI) de Hidrógeno; Licor de Vitriolo; Espíritu de Vitriolo.
9	Amoniaco	NH_3	Amoniaco Anhidro; Gas Amoniacal; Amoniaco en solución; Solución Amoniacal; Hidróxido de Amonio.
10	Anhídrido Acético	$C_4H_6O_3$	Óxido Acético; Anhídrido del Ácido Acético; Óxido de Acetilo; Anhídrido Etanoico.
11	Benceno	C_6H_6	Benzol; Benzole; Nata de Carbón; Pirabenzol; Naltu Mineral; 1,3,5-Ciclohexatrieno.
12	Carbonato de Sodio	Na_2CO_3	Carbonato bisódico; Sal de Sosa cristalizada; Subcarbonato de Sodio; Carbonato Sódico neutro; Ceniza de Sosa Liviana; Sosa Calcinada; Cenizas de Perla; Carbonato Sódico Anhidro; Sosa del Solvay; Barrilla; Natrón Cristales de Soda. Sal Tártara; Carbonato Bipotásico; Cenizas de Perla.
13	Carbonato de Potasio	K_2CO_3	
14	Cloruro de Amonio	NH_4Cl	Sal de Amoniaco; Sal Amónica; Clorhidrato Amónico.
15	Éter Etilico	$C_4H_{10}O$	Óxido de Etilo; Óxido Dietílico; Éter anestésico; Éter Dietílico; Éter Sulfúrico.
16	Hexano	C_6H_{14}	Hexano Normal; N-Hexano; Hidrido de Caproilo; Hidrido Hexílico; Iso-Hexano y mezcla de isómeros.
17	Hidróxido de Calcio	$Ca(OH)_2$	Hidrato de Calcio; Cal hidratada; Lechada de Cal Apagada; Cal Muerta.
18	Hipoclorito de Sodio	$NaClO$	Lejía Hipoclorito Sódico; Agua de Labarraque.
19	Isosafrol	$(CH_2OO)C_6H_3$ $(CH=CHCH_3)$	1,2 Metilenodioxo-4-Propenilbenceno; 5-(1-Propenil)-1,3-Benzodioxol; 1,4-Diacetylbenzene; 1-(4-Acetyl-phenyl)-ethanone.
20	Kerosene	=====	Petróleo Lampante; Aceite Mineral; Kerosina; Keroseno.



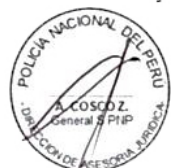


Nº	Insumo químico o producto	Fórmula química	Otras denominaciones
21	Metil Etil Cetona	C ₄ H ₈ O	Methyl Ethyl Ketone; Butanona; 2-Butanona; MEK; Metilpropanona; Etilmetilcetona.
22	Metil Isobutil Cetona	C ₆ H ₁₂ O	Methyl Isobutyl Ketone; Isopropilacetona; Hexona; 4-Metil-2-Pentanona; MIBK.
23	Óxido de Calcio	CaO	Cal viva; Cal fundente.
24	Permanganato de Potasio	KMnO ₄	Camaleón Mineral; Camaleón Violeta; Permanganato de Potasa; Sal de Potasio del Ácido Permangánico.
25	Piperonal	C ₈ H ₆ O ₃	Heliotropina; 3,4-Metilendioxi-Benzaldehído; Aldehidoperonílico; Carboxaldehído; Heliotropin.
26	Safrol	CH ₂ OO(C ₆ H ₃) CH ₂ CH=CH ₂	1,2-Metilenodioxo 4-Alilbenceno; 4-Alil- 1,2 Metilenodioxo - Benzol; 5-2 Propenil - 1,3 Benzodioxol.
27	Sulfato de Sodio	Na ₂ SO ₄	En la forma anhidra: Sulfato Sódico Anhidro; Sulfato Sódico Desecado; Torta de Sal; Thenardita (mineral). En la forma hidratada: Sulfato Sódico Decahidratado; Sal de Glauber; Mirabilita (mineral); Vitriolo de Sosa.
28	Tolueno	C ₇ H ₈	Toluol; Metil Benzol; Hidruro de Cresilo; Fenilmetano; Metilbenceno; Metacida.
29	Xileno	C ₈ H ₁₀	Dimetilbenceno; Xilol; Orto-xileno; Meta-xileno; Para-xileno y Xilenos mixtos.
30	Ácido Sulfámico	HSO ₃ NH ₂	Ácido Sulfamídico o Ácido Amidosulfúrico; Ácido Amidosulfónico; Ácido Amidosulfúrico; Ácido Aminosulfónico.
31	Cloruro de Calcio	CaCl ₂	Cloruro Cálcico; Dicloruro de Calcio; Cloruro de Calcio Anhidro.
32	Hidróxido de Sodio	NaOH	Hidróxido Sódico; Soda Cáustica; Sosa Cáustica; Sosa Lejía; Jabón de piedra; Hidrato de Sodio.
33	Metabisulfito de Sodio	Na ₂ S ₂ O ₅	Pirosulfito Sódico; Disulfito de Sodio.

Nota. Insumos químicos o producto con sus respectivas fórmulas químicas y demás denominaciones, conforme lo indicado en el Anexo 01 de la lista de insumos químicos, productos y sus subproductos o derivados que son objeto de control, conforme lo establecido en el Decreto Supremo N.º 268-2019-EF.

Los insumos químicos y productos fiscalizados indicados en la lista del Anexo N.º 1 del Decreto Supremo N.º 268-2019-EF (2019) que están sujetos a registro, control y fiscalización:

- Del hipoclorito de sodio en concentraciones superiores al 8 %.
- Del ácido clorhídrico en una concentración superior al 10 %.
- Del ácido sulfúrico en una concentración superior al 10 %.
- Del permanganato de potasio en una concentración superior al 2 %.
- Del carbonato de sodio en una concentración superior al 10 %.
- Del carbonato de potasio en una concentración superior al 10 %.
- Del sulfato de sodio en una concentración superior al 30 %.



- Del óxido de calcio en una concentración superior al 40 %.
- Del hidróxido de calcio en una concentración superior al 40 %.
- Del ácido nítrico en una concentración superior al 10 %.
- Del ácido fórmico en una concentración superior al 10 %.
- Del hidróxido de calcio y óxido de calcio en concentraciones que sumadas superen el 40 %.
- No se encuentran comprendidos el detergente o el cemento entre las mezclas a que se refiere el párrafo anterior.

Tabla 47

Lista de insumos químicos y productos que están sujetos al registro, control y fiscalización, únicamente en las zonas geográficas sujetas al Régimen Especial para el control de Bienes Fiscalizados

Nº	Insumo químico o producto	Nombre comercial	Descripción	Formula química
1	Diesel y sus mezclas con Biodiesel	Diesel BX, Diesel BX S50	Mezcla de hidrocarburos y Biodiesel	Mezcla de Hidrocarburos y FAME (Ester Metílico de Ácido Graso)
2	Gasolinas y Gasoholes	Todas las gasolinas y gasoholes	Mezcla de hidrocarburos y Alcohol Carburantes	Mezcla de Hidrocarburo y Alcohol Carburantes
3	Hidrocarburo Alifático Liviano	HAL	Mezcla de hidrocarburos derivados del Petróleo (C5-C8)	Hidrocarburo Alifático Liviano
4	Hidrocarburo Acíclico Saturado	HAS	Mezcla de hidrocarburos derivados del Petróleo (C5-C12)	Condensados del Gas o Gasolina Natural. Corte de nafta virgen compuesto de hidrocarburos acíclicos saturados.
5	Kerosene de aviación Turbo Jet A1	Turbo A1	Mezcla de hidrocarburos derivados del Petróleo	Hidrocarburos
6	Kerosene de aviación Turbo JP5	Turbo JP5	Mezcla de hidrocarburos derivados del Petróleo	Hidrocarburos
7	Solvente N° 1	Solvente 1; Bencina	Mezcla de hidrocarburos derivados del Petróleo (C5-C8)	Hidrocarburos
8	Solvente N° 3	Solvente 3; Varsol	Mezcla de hidrocarburos derivados del Petróleo (C8-C12)	Hidrocarburos

Nota. Insumos químicos o producto conforme lo indicado en el Anexo 02 de la lista de insumos químicos, productos y sus subproductos o derivados que son objeto de control, únicamente en las zonas geográficas sujetas al Régimen Especial. Decreto Supremo N.º 268-2019-EF.



iii) Proceso del pesaje y análisis de insumos químicos y productos fiscalizados

La Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT) es la principal entidad encargada del registro, control y fiscalización de los insumos químicos fiscalizados (IQF) en el Perú (Decreto Legislativo N.º 1126, 2012, Art. 3). Esto incluye desde su producción o ingreso al país hasta su destino final, abarcando también los regímenes aduaneros.

Cuando se trata de insumos químicos decomisados, la competencia se extiende a otras instituciones que participan en la cadena de custodia y el procesamiento de estas sustancias. La Policía Nacional del Perú, a través de sus unidades especializadas, es la primera en intervenir en los decomisos, asegurando las sustancias y trasladándolas para su análisis. El Ministerio Público, como titular de la acción penal, dirige las investigaciones y supervisa el proceso de análisis y eventual destrucción de los insumos decomisados. Los laboratorios forenses, como los de la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú, son los encargados de realizar los análisis técnicos y científicos para la identificación y cuantificación de las sustancias.

El proceso de pesaje y análisis de insumos químicos y productos fiscalizados se realiza en los laboratorios de química y toxicología forense del Sistema Criminalístico Policial.

Figura 511

Muestras decomisadas de insumos químicos fiscalizados



Nota. Insumos químicos fiscalizados decomisados, en diferentes envases y presentaciones. (A): ácido clorhídrico; (B): hidróxido de calcio. (C): bidones con acetona. (D): envases con ácidos y combustibles.

(1) Comisión de pesaje y análisis de insumos químicos y productos fiscalizados.

Comité multidisciplinario de carácter autónomo, encargado del proceso de pesaje y análisis químico de insumos químicos y productos fiscalizados, esta comisión se encuentra conformada por:

- (n) Representante del Ministerio Público (RMP). Adscrito por su institución con la finalidad de dar legalidad y transparencia al proceso de pesaje y análisis de insumos químicos y productos fiscalizados.
- (o) Perito químico farmacéutico del Sistema Criminalístico Policial. Personal PNP profesional químico farmacéutico encargado de aplicar las diferentes técnicas analíticas en la determinación del peso e identidad de las sustancias.
- (p) Representante de la unidad policial que remite la muestra. Personal PNP de la Unidad Policial solicitante encargado de transportar las muestras al laboratorio del Sistema Criminalístico Policial con la documentación requerida y manteniendo la cadena de custodia.

(2) Requisitos para la recepción de muestras forenses

Para la recepción de la muestra en los laboratorios de química y toxicología forense del Sistema Criminalístico Policial, es necesario que esta, se encuentre registrada y programada en el Sistema Informático Contra el Tráfico Ilícito de Drogas vigente.

El personal de la unidad policial que transporta la muestra forense debe llegar al laboratorio correspondiente, con la debida anticipación según el turno u horario programado, portando la muestra acompañada de la documentación correspondiente (por duplicado, una original y una copia), para su revisión y verificación por parte de la comisión.

- (q) Oficio de atención dirigido al señor director del Sistema Criminalístico Policial o al jefe de la especialidad correspondiente.
- (r) Hoja de remisión.
- (s) Actas de intervención, incautación, prueba de campo, hallazgo o decomiso, pesaje, según corresponda (Autenticadas por el jefe de la unidad policial) (original y copia)
- (t) Acta de lacrado (original y copia)
- (u) Formato de cadena de custodia (original y copia).
- (v) Formato de rotulo de evidencias (original y copia).
- (w) Hoja de identificación del Sistema Automatizado de Identificación de Huellas Dactilares (AFIS) de los intervenidos, cuando corresponda.

(3) Recepción y descripción de la muestra

Realizada la revisión de la documentación por parte de la Comisión de pesaje y análisis de insumos químicos, de no existir observaciones, el perito químico farmacéutico, recepciona la muestra, verificando la integridad del embalaje, el lacrado de la muestra y la cadena de custodia. Se realiza la descripción minuciosa del empaque y de la muestra, con relación al envase mediato (bolsa, envoltorio, frasco, etc.): hermeticidad, cantidad, material; y con relación a la sustancia: estado físico, color, aspecto, forma, estado de conservación u otras características de relevancia.

(4) Determinación de peso de la muestra

Es el proceso gravimétrico realizado en balanzas calibradas, de sensibilidad y capacidad adecuada al tamaño de la muestra. Durante este acto se generan cuatro pesos que se describen a continuación:





- (x) Peso bruto: corresponde al peso total de la sustancia, incluyendo el peso de la envoltura, recipiente o envase que la contiene.
- (y) Peso neto: es el peso de la sustancia, sin considerar el peso de la envoltura, envase o recipiente que la contiene.
- (z) Peso análisis: es la cantidad de sustancia (alícuota) que, se extrae del peso neto de la sustancia, con fines de análisis físicos y químicos.
- (aa) Peso neto devuelto: es el peso de la muestra entregada por el perito químico farmacéutico al representante de la unidad policial solicitante, matemáticamente corresponde a la diferencia entre el peso neto y el peso análisis.

(5) Análisis de identificación de sustancias

Procesos químicos, analíticos e instrumentales dirigidos a establecer la identidad de una sustancia (IQPF) procedente del Tráfico Ilícito de Drogas (TID), a través de la determinación de al menos dos parámetros característicos de una sustancia; uno de los cuales debe proporcionar información sobre la estructura química la sustancia analizada; es decir, análisis preliminares y de confirmación (UNODC, 2012).

(6) Emisión de los documentos periciales

Concluido el proceso de pesaje y análisis de la sustancia decomisada se emiten los siguientes documentos periciales:

(a) Resultado preliminar de análisis químico de insumos químicos y productos fiscalizados

Es el documento que contiene el peso neto y el resultado del análisis preliminar de la sustancia química analizada. Este documento debe ser firmado por los integrantes de la "Comisión de análisis y pesaje de insumos químicos y productos fiscalizados". En el documento pericial se consigna:

- (i) Número de examen preliminar de insumos químicos: número asignado por el Sistema Informático Contra el Tráfico Ilícito de Drogas vigente.
- (ii) Procedencia: unidad policial que solicita la diligencia.
- (iii) Detenido (s): nombres, apellidos y edad, consignados en base al oficio y hoja de remisión, cuando corresponda.
- (iv) Fecha y hora: de inicio del procedimiento de pesaje y análisis.
- (v) Presentes en el examen: nombres y apellidos de los participantes.
- (vi) Muestra: descripción detallada de la muestra desde la presentación en la cual es recepcionada hasta su aspecto una vez liberada del envase.
- (vii) Pesaje: hace referencia a los pesos obtenidos en kilogramos con aproximación al milésimo.
- (viii) Resultados: se indica en forma preliminar sobre el componente principal de la muestra y datos complementarios, como presencia de otros componentes, adulterantes, humedad, etc.





(b) Informe pericial forense de insumos químicos y productos fiscalizados

Es el documento oficial emitido por la Dirección de Criminalística o por las unidades de organización que conforman el Sistema Criminalístico Policial a nivel nacional. Contiene el resultado definitivo (análisis confirmatorios) de identificación, cantidad de la sustancia remitida y resultados de concentración cuando corresponda. Este documento es firmado únicamente por el perito químico farmacéutico quien realizó los análisis respectivos.

iv) Métodos y técnicas de identificación de insumos químicos y productos fiscalizados

Para el análisis de insumos químicos y productos fiscalizados, se emplean diversas técnicas, métodos e instrumentos; la elección de la técnica adecuada depende de factores como la naturaleza de la muestra, los recursos disponibles y los objetivos específicos del análisis. Para la obtención de resultados precisos y confiables en la identificación de insumos químicos y productos fiscalizados, es necesario la combinación de métodos colorimétricos o de orientación con métodos instrumentales o de confirmación. Los métodos criminalísticos son la base sobre la que se fundamenta el proceso judicial relacionado con drogas o sustancias químicas (Comunidad Andina, 2013).

(1) Técnicas presuntivas de identificación de IQPF

Los ensayos presuntivos son procedimientos rápidos diseñados para facilitar una indicación de la presencia o ausencia de determinadas sustancias químicas en la muestra y eliminar rápidamente las muestras negativas. Las técnicas colorimétricas y reacciones físico químicas son métodos analíticos que permiten identificar sustancias mediante cambios de color al reaccionar con reactivos específicos (UNODC, 2012).

(2) Técnicas de confirmación

Conjunto de métodos analíticos que determinan con precisión, certeza, sensibilidad, eficacia y exactitud la identidad química de la sustancia en estudio. Las principales técnicas utilizadas son: cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS), espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier (FT-IR) y espectroscopía Raman; las mismas que han sido descritas en el acápite de pesaje y análisis de drogas.

La selección de las técnicas analíticas depende de la naturaleza de la muestra forense, la cantidad disponible, la orientación de la sustancia presente y los Recursos del laboratorio.

e) Análisis bromatológicos

i) Definición

La bromatología proviene del vocablo griego bromatos que significa: “alimentos”; y logia: “estudio”, de manera que esta disciplina se encarga del estudio analítico de las diversas especies de alimentos desde varios enfoques, como valor nutritivo, producción, manipulación, conservación, elaboración, distribución; así como, aspectos higiénico sanitarios, toxicidad y otras alteraciones, siendo para ello muy necesario conjunción de otras ciencias, como la química, biología, física, nutrición, farmacología y toxicología (Quispe y Argani, 2014).

La bromatología, se considera como la parte de la ciencia de los alimentos, que estudia tanto los contenidos nutricios de estos, como su composición químico-estructural, función, características higiénico-sanitarias, calidad, conservación, hasta llegar a la legislación que emite la normatividad que regula la calidad de los alimentos para el consumo (Del Ángel et al., 2013).



La bromatología forense es la aplicación de la bromatología en investigaciones relacionadas con la seguridad alimentaria, higiene, falsificación, adulteración, contaminación e intoxicación alimentaria; verificando si el alimento natural o industrializado (crudos, preparados y/o elaborados, bebidas alcohólicas y no alcohólicas, etc.), cumple o no con la normativa vigente, determinando la presencia o ausencia de sustancias tóxicas “xenobióticos”, adulterantes y aditivos perjudiciales para la salud a fin de evitar hasta donde sea posible la ingesta de una cantidad que ponga en riesgo la salud del consumidor, estableciendo responsabilidades y soporte técnico para los operadores de justicia (Quispe y Argani, 2014).

ii) Importancia

En el ámbito forense o sanitario, los análisis bromatológicos se utilizan para:

- Investigar intoxicaciones alimentarias
- Evaluar productos decomisados o sospechosos
- Determinar la causa de enfermedades transmitidas por alimentos
- Apoyar investigaciones judiciales relacionadas con fraudes alimentarios.

En un contexto donde la seguridad alimentaria y la nutrición son cada vez más relevantes, el análisis bromatológico desempeña un papel esencial en la industria alimentaria, la salud pública y la investigación científica.

iii) Propiedades de los alimentos

Las propiedades atribuidas a los alimentos son las siguientes (Bello Gutiérrez, 2000):

(1) Propiedades nutricionales

Aquellas que se relacionan con la capacidad que tenga el alimento de contribuir a la dieta alimenticia con las estructuras químicas o nutrientes, necesarios para que el organismo desempeñe las funciones fisiológicas y bioquímicas propias de sus procesos vitales. De todos los componentes de los alimentos, seis son los grupos de especies químicas que pueden ser calificados como nutrientes: agua, proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas y elementos minerales.

(2) Propiedades funcionales

Aquellas que, al margen del valor nutritivo, presentan los ingredientes o las especies químicas y determinan el comportamiento del sistema alimentario. La mayoría de las estructuras químicas presentes en un alimento son capaces de desempeñar diversas funciones vinculadas a las propiedades de los alimentos, distintas a la función de nutriente.

De hecho, estas propiedades funcionales pueden abarcar tres ámbitos importantes, en relación con el uso y consumo de los alimentos:

- (a) Propiedades organolépticas o sensoriales: Son las que hacen referencia a la capacidad de hacer apetecible o atractivo un alimento en virtud de las cualidades que son percibidas por los órganos de los sentidos, tales como el color, el sabor, el olor, el flavor, la textura, la jugosidad y la apariencia, entre otras.



- (b) Propiedades tecnológicas: Son las que permiten contribuir, o al menos facilitar, los procesos vinculados a la tecnología de fabricación industrial, o a las operaciones culinarias, siempre orientados a proporcionar aquellas condiciones que resultan más aptas para su consumo.
- (c) Propiedades saludables: Son las que contribuyen para que el consumo del alimento no resulte perjudicial desde un punto de vista higiénico sanitario.

iv) Tipos de análisis bromatológicos comunes

(1) Análisis proximal o centesimal (composición básica)

- (a) Humedad
- (b) Proteínas
- (c) Grasas
- (d) Carbohidratos
- (e) Fibra
- (f) Cenizas (minerales totales)

(2) Análisis específicos

- (a) Vitaminas
- (b) Minerales (como calcio, hierro, zinc)
- (c) Aditivos o conservantes
- (d) Colorantes o edulcorantes artificiales

(3) Contaminantes

- (a) Metales pesados (plomo, mercurio, cadmio)
- (b) Pesticidas
- (c) Micotoxinas
- (d) Residuos de antibióticos (en alimentos de origen animal)

(4) Análisis microbiológicos (a veces considerados parte del análisis bromatológico)

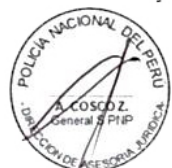
- (a) Bacterias patógenas (Salmonella, E. coli, Listeria, etc.)
- (b) Recuento total de microorganismos
- (c) Mohos y levaduras

v) **Consideraciones conceptuales de bromatología**

Según Quispe y Argani, (2014) para la adecuada comprensión del estudio bromatológico es necesario definir algunos términos:

(1) Alimento

Según el Codex Alimentarius (2016) se entiende por alimento “toda sustancia, elaborada, semielaborada o bruta, que se destina al consumo humano, incluidas las bebidas, el chicle y





cualesquiera otras sustancias que se utilicen en la fabricación, preparación o tratamiento de los alimentos, pero no incluye los cosméticos ni el tabaco ni las sustancias utilizadas solamente como medicamento". Alimento es "todo producto que, por sus componentes químicos y por sus características organolépticas, puede formar parte de una dieta con el objeto de calmar el hambre, satisfacer el apetito y aportar los nutrientes que resultan necesarios para mantener al organismo en un estado de salud" (Bello, 2000).

(2) Alimento sano

Cuando su composición carece de sustancias tóxicas, o de microorganismos patógenos, que puedan ocasionar alguna intoxicación o enfermedad en el que lo consume. Es un requisito que debe ser cumplido por todo alimento en uso, para que desde un punto de vista higiénico-sanitario pueda ser calificado como seguro (Bello, 2000).

(3) Alimento saludable

Cuando carece de sustancias, o al menos no las contiene en cantidades importantes, cuyo frecuente consumo pueda significar algún riesgo de padecer una enfermedad crónica (Bello, 2000).

(4) Alimento para la salud

Cuando en su composición participa algún tipo de estructura química, cuya ingestión tenga acreditada actividades preventivas frente a ciertas enfermedades de tipo crónico (Bello, 2000).

vi) Definiciones sobre la integridad y la autenticidad de los alimentos

Las definiciones propuestas se elaboraron en base a los elementos siguientes: integridad de los alimentos; autenticidad de los alimentos; fraude alimentario; y adulteración por motivos económicos (OMS/FAO Codex Alimentarius, 2018).

(1) Integridad de los alimentos

La condición de un producto alimenticio que es auténtico y cuyas características previstas, incluidas la inocuidad, la calidad y la nutrición, no han sido alteradas o modificadas (OMS/FAO Codex Alimentarius, 2018).

La integridad alimentaria implica que los alimentos sean seguros, auténticos y producidos de acuerdo con estándares éticos, respetando lo declarado en el etiquetado (Food Standards Agency [FSA], 2020)

(2) Autenticidad de los alimentos

Se entiende por autenticidad de los alimentos la calidad genuina de un alimento, de naturaleza, origen, identidad y declaraciones indiscutibles y que satisface las propiedades previstas (OMS/FAO Codex Alimentarius, 2018).

La autenticidad de los alimentos es la conformidad del alimento con su naturaleza, identidad, origen, y propiedades declaradas, garantizando que no ha sido alterado o falsificado de forma deliberada (European Food Safety Authority [EFSA], 2019).

Un alimento auténtico es aquel que está en conformidad con sus declaraciones sobre identidad, contenido y origen, y que no ha sido objeto de fraude, adulteración o sustitución



(Spink y Moyer, 2011).

(3) Fraude alimentario

Toda acción deliberada de una empresa o individuo para engañar a otros con respecto a la integridad de un alimento con ánimo de lucro indebido. Entre los tipos de fraude se incluye la adulteración, la sustitución, la dilución, la alteración, la simulación, la falsificación y la tergiversación (OMS/FAO Codex Alimentarius, 2018).

El fraude alimentario es un término colectivo que abarca la sustitución, adición, manipulación o tergiversación deliberada e intencional de alimentos, ingredientes alimentarios o envases de alimentos; o las declaraciones falsas o engañosas sobre un producto, con fines lucrativos. El fraude alimentario es un término más amplio que la adulteración con motivos económicos (AME), definida por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), o el concepto general más específico de falsificación de alimentos. El fraude alimentario puede no incluir la “adulteración” ni el “etiquetado erróneo”, según se define en la Ley de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos (FD&C Act), cuando implica actos como la evasión fiscal y el contrabando (Spink y Moyer, 2011).

(4) Adulteración por motivos económicos

La adulteración por motivos económicos constituye una parte del fraude alimentario. Significa la sustitución intencional o el agregado de una sustancia a un producto con el propósito de aumentar el valor aparente del producto o de reducir el costo de producción, con fines de lucro (OMS/FAO Codex Alimentarius, 2018).

La adulteración con motivos económicos (AME), una subcategoría del fraude alimentario es una causa fundamental de los riesgos alimentarios para la salud pública. La AME se definió en la Reunión Abierta de la FDA de mayo de 2009 sobre adulteración con motivos económicos como: “...la sustitución o adición fraudulenta e intencionada de una sustancia en un producto con el fin de aumentar el valor aparente del producto o reducir el coste de su producción». En esta reunión también se señaló que “la AME incluye la dilución de productos con mayores cantidades de una sustancia ya presente en la medida en que dicha dilución suponga un riesgo conocido o posible para la salud de los consumidores, así como la adición o sustitución de sustancias para enmascarar la dilución” (Spink y Moyer, 2011).

vii) Exámenes en alimentos

La caracterización de las muestras de alimentos que se puedan analizar en el laboratorio depende de los diferentes métodos de ensayos a los que se les someta, los cuales pueden agruparse según los objetivos que se busquen y principios en que sustenten. De este modo los ensayos se agrupan en tres tipos de análisis: análisis físico-químico, análisis microbiológico y análisis sensorial (Zumbado, 2004); complementándose con el análisis toxicológico en el alimento.

(1) Análisis fisicoquímico

Implica la caracterización de los alimentos desde el punto de vista físico-químico, haciendo énfasis en la determinación de su composición química, es decir, cuales sustancias están presentes en un alimento (proteínas, grasas, vitaminas, minerales, hidratos de carbono, contaminantes metálicos, residuos de plaguicidas, toxinas, antioxidantes, etc.) y en que cantidades estos compuestos se encuentran (Zumbado, 2004).





Los métodos de análisis y las reacciones químicas se aplican dependiendo del tipo de muestra y a cada caso específico:

(a) Determinación de acidez, por titulación volumétrica

Se refiere al análisis de la cantidad de ácidos presentes en una muestra de alimento, ya sean ácidos libres o combinados, con el fin de establecer su estado de conservación, detectar posibles alteraciones, adulteraciones o incluso la causa de una intoxicación alimentaria (Nielsen, 2017).

(b) Determinación de nitrógeno proteico, mediante el método de Kjeldahl

Procedimiento analítico establecido para cuantificar indirectamente el contenido de proteína cruda en una muestra. Se basa en la medición del nitrógeno total de la muestra, asumiendo que la mayor parte de este nitrógeno proviene de las proteínas. Este método es ampliamente reconocido y utilizado debido a su precisión y fiabilidad, siendo considerado un método de referencia por organismos como la AOAC (Association of Official Analytical Chemists, 2023).

(c) Determinación de grasas, mediante agotamiento en solvente orgánico en equipo Soxhlet

Determinación de grasas se define como el conjunto de metodologías analíticas utilizadas para cuantificar el contenido de lípidos (comúnmente denominados "grasa cruda" o "extracto etéreo") en una muestra de alimento. Se destaca la importancia de esta determinación por su relevancia en el valor nutricional, las propiedades físicas de los alimentos, los requisitos de etiquetado y el cumplimiento de las normativas (Nielsen, 2017).

(d) Determinación de carbohidratos, mediante el método de Fehling

La determinación de carbohidratos mediante el método de Fehling se refiere a la cuantificación de azúcares reductores en una muestra de interés, a menudo alimentaria, con el fin de establecer su composición o para investigar adulteraciones o manipulaciones (Nielsen, 2017).

(e) Determinación de rancidez, mediante la reacción de Kreiss

La determinación de la rancidez se define como el conjunto de pruebas analíticas diseñadas para evaluar el grado de deterioro oxidativo o hidrolítico de las grasas y aceites presentes en un alimento (Nielsen, 2017).

(f) Determinación de la descomposición proteica, mediante las reacciones de Eberth

Es una prueba cualitativa utilizada para detectar el inicio de la putrefacción en alimentos ricos en proteínas, como la carne y el pescado (Nielsen, 2017).

(2) Análisis microbiológico

Los alimentos son sistemas complejos de gran riqueza nutritiva y por tanto sensibles al ataque y posterior desarrollo de microorganismos (bacterias, hongos y levaduras) (Zumbado, 2004).

(3) Análisis sensorial

Consiste en la evaluación metódica y científica de sus características organolépticas, es decir, aquellas que pueden ser percibidas por los sentidos humanos: vista, olfato, gusto, tacto y, en



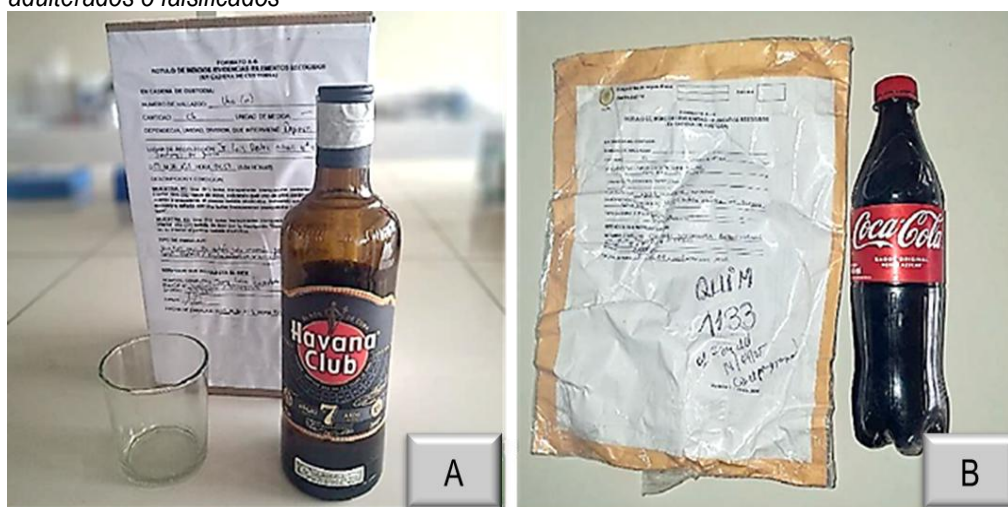
algunos casos, oído. Este análisis tiene el propósito de investigar la calidad, seguridad y autenticidad de un alimento en relación con un evento adverso o encontrarse inmerso en un hecho delictuoso.

(4) Análisis toxicológico

La toxicología alimentaria ayuda a identificar los peligros asociados con ciertos componentes o procedimientos alimentarios. Implica investigar la toxicidad de numerosos compuestos, como aditivos alimentarios, pesticidas, metales pesados, micotoxinas y alergias (Bhandare et al., 2023).

Figura 512

Evaluación de muestras de bebidas alcohólicas y gaseosas posiblemente adulterados o falsificados



Nota. Diversas muestras forenses fueron remitidas por las unidades policiales para su estudio bromatológico, realizado en el Laboratorio de Bromatología y Análisis Especiales de la DIVLACRI - DIRCRI PNP. (A): botella de bebida alcohólica. (B): botella de bebida gaseosa.

(5) Remisión de muestras al laboratorio bromatológico

Las consideraciones mínimas para la remisión de muestras para el análisis bromatológico son las siguientes:

- (bb) La muestra remitida debe estar debidamente lacrada, adjuntando el formato de cadena de custodia y su respectiva documentación.
- (cc) Considerar el contenedor adecuado (táper, cooler, caja de tecnopor, etc.), acorde al tipo de alimento (crudo, cocido, aderezado, etc.), a fin de conservar las características propias de la muestra, debiendo considerar cadena de frío si es que corresponde.
- (dd) Tamaño del lote a muestrear (kilogramos, litros, bolsas, sacos, botellas, etc.).
- (ee) La cantidad de la muestra debe ser la suficiente para los análisis requeridos.
- (ff) La remisión debe ser la más rápida posible para minimizar la degradación de la muestra y asegurar la validez de los resultados.
- (gg) El personal que manipule primariamente la muestra, debe hacerlo con el uso de guantes, mascarillas, gorro y guardapolvo. Debiendo llevar consigo como parte de su equipo de trabajo, muestreadores y envases (frascos, bolsas, tubos, etc.), así como rotulador para identificar las muestras y libreta de apuntes.



- (hh) Remisión de productos originales de las muestras incriminadas.
- (ii) Envío de las especificaciones técnicas del producto si es manufacturado, y si es importado el protocolo de análisis presentado para su registro o documento que especifique sus características, emitidos por los organismos pertinentes.

Cabe indicar que los análisis físicos y químicos, no se pueden realizar en aquellas muestras que no presenten un buen estado de conservación (descomposición, putrefacción), en estos casos solo se realizan los análisis microbiológicos y toxicológicos.

f) Análisis por instrumentación

i) Definición

Es una rama de la química analítica que utiliza equipos científicos para determinar la composición cualitativa y cuantitativa de una muestra mediante la medición de propiedades físicas que resultan de la interacción entre la materia y diferentes formas de energía (Christian y Dasgupta, 2014).

ii) Importancia

Los métodos instrumentales constituyen la piedra angular de los análisis en la toxicología forense moderna. La mayoría de los instrumentos analíticos convierten alguna propiedad de un analito en una señal electrónica o fotométrica para la identificación y cuantificación de drogas y tóxicos en fluidos y tejidos biológicos (Smith et al., 2007).

Desde el desarrollo del primer método analítico en 1832, la toxicología analítica ha evolucionado drásticamente en respuesta a los nuevos desafíos. El desarrollo de técnicas analíticas separativas, como la cromatografía, ha representado un avance importante en el análisis forense, gracias a su versatilidad. Los análisis toxicológicos ante mortem se refieren a la determinación analítica de drogas y venenos en matrices biológicas obtenidas de sujetos vivos expuestos de forma activa, pasiva, intencional o no intencional a dichos compuestos.

El análisis post mortem es necesario para demostrar que una droga o un veneno contribuyó a la muerte o fue la causa de esta. Sin embargo, se producen cambios después de la muerte, que deben considerarse durante el análisis toxicológico (Benardelli et al., 2023).

El análisis por instrumentación es fundamental en la toxicología forense debido a su alta sensibilidad, precisión y capacidad para identificar y cuantificar sustancias químicas en muestras biológicas y materiales relacionados con investigaciones legales. Estas técnicas permiten detectar drogas, venenos, metabolitos y otras sustancias tóxicas incluso en concentraciones muy bajas, lo cual es esencial para determinar causas de muerte, intoxicaciones, o exposición a sustancias ilícitas. Además, los métodos instrumentales aseguran resultados reproducibles y objetivos, indispensables para la validez en procesos judiciales (Voyer, 2018; Romolo y Jones, 2010).

Los avances tecnológicos han impulsado en los últimos años un importante desarrollo del análisis por instrumentación. En ese contexto, la Dirección de Criminalística PNP, cuenta con tecnología de punta en instrumentación analítica, como la espectroscopía infrarroja (IR), UV-VIS y Raman; la cromatografía de gases con detector de masas (GC-MS); la cromatografía de gases con detector de ionización de llama (GC-FID); y Cromatografía líquida de ultra alta resolución con detector de masas (UHPLC-MS). Estas tecnologías permiten confirmar los resultados obtenidos y, con ello, emitir informes periciales basados en resultados fehacientes.



iii) Métodos analíticos

Son las técnicas fisicoquímicas, analíticas e instrumentales utilizadas en la identificación y cuantificación de sustancias químicas en muestras biológicas y no biológicas, las cuales son desarrolladas empleando metodologías estandarizadas.

Entre otros, los métodos analíticos generalmente utilizados en investigación forense son:

(1) Pruebas cualitativas

Basadas en la reacción entre la muestra o el compuesto aislado con reactivos generales, generándose viraje de color o formación de precipitados de color y aspecto característicos. La interpretación de estas reacciones, se basan en la evaluación de las características cromáticas del producto de la reacción. Un resultado positivo requiere ulterior confirmación.

(a) Inmunoensayos

Los inmunoensayos son ensayos de unión competitiva (ensayos de unión de ligandos) que dependen del principio de competencia entre el antígeno y el antígeno marcado por los sitios de unión en un anticuerpo planteado contra el antígeno. La proporcionalidad de la señal resultante refleja la concentración del antígeno (analito) en la muestra.

Sin embargo, los inmunoensayos son susceptibles a una serie de interferencias que pueden incluir sustancias de reacción cruzada, anticuerpos heterófilos (anticuerpos producidos por antígenos externos), autoanticuerpos (anticuerpos producidos contra una o más proteínas propias de un individuo) y el efecto gancho de dosis alta, es decir, cuando una alta concentración de analito se asocia con una respuesta anormalmente baja (Honour, 2015; Ward et al., 2017).

Son prácticos y rápidos para detectar la presencia de drogas y otras sustancias. El requisito de pequeños volúmenes de muestra ha popularizado los inmunoensayos para pruebas en el punto de contacto y en el lugar de trabajo. La llegada de las nuevas sustancias psicoactivas ha impulsado nuevos enfoques para el desarrollo de inmunoensayos para estos compuestos.

Normalmente no se requiere una línea de calibración completa. El objetivo es indicar la presencia de una sustancia, generalmente con la intención de confirmar su identidad con una técnica cuantitativa más selectiva (Flanagan et al., 2020).



Figura 513

Pruebas de inmunoensayo para determinación de cocaína y tetrahidrocannabinol en orina



Nota. Pruebas de detección rápida de drogas en orina, específicamente para cocaína, benzodiazepinas y tetrahidrocannabinol (THC), realizadas en el Laboratorio Toxicológico de la DIVLACRI - DIRCRI PNP.

(2) Ensayos espectrofotométricos

Cuando un compuesto se irradia con radiación electromagnética de una longitud de onda adecuada, absorbe energía. Esta energía absorbida puede emitirse como radiación a una longitud de onda menos energética (más larga) (fluorescencia o fosforescencia), disiparse como calor o dar lugar a una reacción fotoquímica. Los rayos gamma y X ocupan la región de longitud de onda corta (alta energía) del espectro. Le siguen las radiaciones ultravioletas (UV), visible, infrarroja y de microondas, y finalmente, las ondas de radio (Flanagan et al., 2020).

La absorción de los diferentes tipos de radiación produce diferentes efectos. La luz UV (10–400 nm) y la luz visible (aproximadamente 380–740 nm) excitan los electrones desde su estado fundamental a estados de mayor energía (excitados). Las longitudes de onda (λ) de máxima absorbancia se denotan como $\lambda_{\text{máx}}$. La radiación infrarroja (IR, aproximadamente de 700 nm a 1 mm) induce vibraciones moleculares (de enlace), mientras que las microondas (1–10³ mm) se utilizan para inducir transformaciones de espín electrónico en la espectroscopia de resonancia de espín electrónico (ESR). La espectroscopia de resonancia magnética nuclear (RMN) utiliza longitudes de onda intermedias a las de las ondas de radio y televisión para detectar cambios de espín en el núcleo de los electrones (Flanagan et al., 2020).

La espectrofotometría puede utilizarse tanto en análisis cualitativos como cuantitativos. Sin embargo, uno de los principales problemas al intentar aplicar la espectrofotometría per se a matrices complejas es que no es una técnica intrínsecamente selectiva. La mayoría de los compuestos endógenos absorben en la región UV del espectro, si no en la parte visible, e incluso aquellos con baja absorptividad molar pueden estar presentes en tal exceso en comparación con la concentración del analito que la selectividad y, por consiguiente, la sensibilidad, suponen un problema.

Si bien los ensayos espectrofotométricos generalmente carecen de selectividad, a menudo se puede obtener información sobre la pureza de un extracto de muestra examinando el espectro de absorción UV con un espectrofotómetro de barrido; el barrido manual puede realizarse con instrumentos más sencillos. Los espectros UV de extractos de orina, contenido estomacal o residuos de la escena pueden proporcionar información cualitativa útil y pueden utilizarse como

complemento a procedimientos de detección de drogas más específicos y sensibles (Flanagan et al., 2020).

(a) Espectrometría infrarroja (IR)

El espectro infrarrojo de una molécula es el resultado de la absorción de radiación electromagnética de la energía apropiada, lo que provoca estiramiento y flexión dentro de la molécula. Para que la molécula absorba energía, debe producirse un cambio en su momento dipolar. Existen varios tipos de espectrómetros infrarrojos. Los primeros instrumentos utilizaban prismas para la dispersión de la radiación; los instrumentos más modernos han empleado rejillas y, más recientemente, interferómetros para este fin. Los instrumentos basados en interferómetros escanean muy rápidamente, lo que permite su acoplamiento a un cromatógrafo de gases o líquidos, lo que permite la observación directa de los espectros de los componentes individuales de las mezclas a medida que se separan mediante estas técnicas.

El rango de longitudes de onda observado con mayor frecuencia va de 400 a 4000 cm^{-1} (es decir, infrarrojo medio). La resolución depende de la fase empleada (gas, líquido o sólido), pero suele ser de aproximadamente 1,4 cm^{-1} . Los límites de detección cuando se emplea el promediado de señales son de tan solo unos pocos nanogramos. La espectroscopia IR es especialmente útil para la identificación de compuestos, ya que sus espectros son únicos incluso para compuestos estructuralmente similares. Los grupos funcionales en las moléculas orgánicas presentan una absorción característica que permite deducir su presencia en la molécula independientemente de cualquier otra característica estructural del compuesto (Hodgson et al., 2015).

Figura 514

Espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier (IR-TF)



Nota. Análisis de muestras decomisadas de *tusi* mediante espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier.

(b) Espectrometría ultravioleta/ visible (UV)

Estas absorciones se producen mediante transiciones de electrones de un nivel de energía molecular a niveles superiores. Las transiciones pueden ser de electrones enlazantes o no enlazantes. Las bandas suelen ser anchas debido a que pueden producirse múltiples





transiciones no resueltas desde y hacia una multiplicidad de niveles de energía vibracional con poca separación. La instrumentación suele ser de doble haz, lo que permite sustraer espectralmente el disolvente o la matriz de la muestra. Algunos grupos funcionales presentan absorciones características. Los sistemas conjugados de doble banda producen desplazamientos hacia longitudes de onda más largas. Los límites de detección pueden ser de tan solo unos pocos microgramos.

Esta técnica se utiliza ampliamente en análisis cuantitativos debido a su sensibilidad y precisión. Una aplicación común es la detección en sistemas de cromatografía líquida de alta resolución. Los espectros casi siempre se determinan en solución, y la elección del disolvente puede ser importante, ya que se pueden observar desplazamientos significativos del mismo. Las interacciones entre los componentes del soluto en mezclas también pueden producir cambios en los espectros de uno o ambos componentes (Hodgson et al., 2015).

(c) Espectrometría Raman

En la espectroscopía Raman, la radiación monocromática, generalmente procedente de una fuente láser en el espectro visible, infrarrojo cercano o ultravioleta cercano, excita los enlaces de las moléculas de la muestra a estados de energía vibracional más altos. Esta energía se pierde en forma de luz dispersa de baja intensidad, que puede medirse siempre que la luz láser incidente dispersa (dispersión de Rayleigh) se filtre adecuadamente.

Cuando la longitud de onda de la luz dispersa Raman es mayor que la de la luz incidente, se habla de un desplazamiento positivo de Stokes. Sin embargo, la longitud de onda de la luz emitida puede ser menor (más energética) que la de la luz incidente, y la diferencia se conoce como desplazamiento anti-Stokes (Flanagan et al., 2020).

La espectroscopia láser Raman es especialmente adecuada para el muestreo de materiales sólidos y superficies, y la disponibilidad de dispositivos portátiles permite realizar pruebas de punto de contacto de tabletas y polvos incautados en caso de sospecha de drogas ilícitas o explosivos (de Oliveira et al., 2016), su uso se ejemplifica en la detección flunitrazepam en bebidas alcohólicas (Ali y Edwards, 2017).

(3) Ensayos cromatográficos

Es la técnica basada en la regla de distribución de la sustancia entre una fase móvil y una estacionaria. Métodos físicos de separación en los que los componentes o solutos a separar se distribuyen entre dos fases, una estacionaria y la otra móvil. El proceso cromatográfico se produce como resultado de repetidas acciones de sorción/desorción durante el movimiento de los solutos a través de la fase estacionaria. Las separaciones se basan en las diferencias en el grado de reparto de los solutos entre la fase móvil y la estacionaria; esto se describe cuantitativamente mediante el coeficiente de reparto (K) dependiente de la temperatura (Hodgson et al., 2015).

(a) Cromatografía en capa fina (TLC)

Técnica de separación cromatográfica que utiliza una fase móvil líquida que se mueve por capilaridad a través de una fina capa de sorbente (fase estacionaria) recubierta de un material o placa de soporte rígido e inerte. La fase móvil o sistema de disolventes consiste en un solo disolvente o una mezcla de disolventes de polaridad variable. Entre las fases estacionarias más comunes se incluyen la sílice, la alúmina, la celulosa, las poliamidas y



los intercambiadores de iones. Los mecanismos de separación varían según el sorbente utilizado y las propiedades fisicoquímicas de los solutos, e incluyen la formación de enlaces de hidrógeno, la partición de fases y el intercambio iónico.

Normalmente, la muestra que se va a separar se aplica al borde de la capa sorbente como un punto, y la placa se revela en una cámara cerrada en contacto con el sistema de disolventes. Se puede obtener una mayor capacidad de separación mediante el revelado bidimensional, en el que la placa revelada se gira 90° y se vuelve a revelar utilizando un sistema de disolventes diferente. La migración relativa de un compuesto soluto se expresa como un valor R_f , definido por la relación entre la distancia recorrida por el soluto desde el origen y la distancia recorrida por el frente del solvente desde el origen (Hodgson et al., 2015).

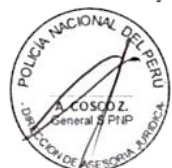
(b) Cromatografía de papel

Un sistema cromatográfico planar en el que los solutos se separan mediante una fase móvil compuesta por proporciones variables de disolventes polares y apolares, y una fase estacionaria consistente en papel de celulosa purificada con diferente grosor de fibra y densidad de empaquetamiento. Los solutos se depositan como soluciones en disolventes volátiles sobre el papel y se revelan por capilaridad en modo ascendente o descendente utilizando un sistema de disolventes adecuado. El mecanismo de separación implica la adsorción (p. ej., enlaces de hidrógeno, fuerzas de Van der Waals) en las fibras celulares, el intercambio iónico con los grupos carboxilo de la celulosa y la partición entre la fase móvil y el contenido de agua de la celulosa. Al igual que en la cromatografía en capa fina, la migración relativa de solutos se expresa como valores de R_f , definidos por la relación entre la distancia recorrida por el soluto desde el origen y la distancia recorrida por el frente del disolvente desde el origen (Hodgson et al., 2015).

(c) Cromatografía de gases (GC)

La cromatografía de gases es una técnica ampliamente aplicada en diversas ramas de la ciencia y la tecnología. Durante más de medio siglo, la GC ha desempeñado un papel fundamental para determinar la cantidad de componentes y su proporción en una mezcla. Sin embargo, la capacidad para determinar la naturaleza y la estructura química de estos compuestos separados y cuantificados es ambigua y limitada, y requiere un sistema de detección espectroscópica. El más utilizado es el detector espectrométrico de masas (MSD), que permite obtener la "huella digital" de la molécula, es decir, su espectro de masas. Los espectros de masas proporcionan información sobre el peso molecular, la composición elemental (si se utiliza un espectrómetro de masas de alta resolución), los grupos funcionales presentes y, en algunos casos, la geometría y la isomería espacial de la molécula (Stashenko y Martínez, 2014).

En un sistema de cromatografía de gases, la muestra a analizar puede ser una solución líquida o un conjunto de moléculas adsorbidas en una superficie, por ejemplo, el sistema de microextracción en fase sólida (SPME). Durante la transferencia al GC, la muestra se volatiliza mediante una rápida exposición a una zona a temperatura relativamente alta (200-300 °C) y se mezcla con una corriente de gas portador (Ar, He, N₂ o H₂). La mezcla gaseosa resultante entra en la sección de separación, una columna cromatográfica que, en su versión actual, consiste en un capilar tubular de sílice fundida recubierto internamente con una fina película de polímero.



Al desplazarse a través de la columna, las moléculas de analito se reparten entre la corriente de gas portador (fase móvil) y el recubrimiento de polímero (fase estacionaria), en una proporción que depende principalmente de su estructura química. Al final de la sección de separación, las moléculas llegan a un sistema de detección en el que una propiedad física específica (conductividad térmica) o un proceso físico-químico (ionización en llama, captura de electrones) da lugar a una señal eléctrica proporcional a la cantidad de moléculas de la misma identidad. Un sistema de datos permite procesar estos datos para generar un gráfico de la variación de la señal del detector con el tiempo (cromatograma) (Stashenko y Martínez, 2014).

(d) Cromatografía de gases - espectrometría de masas (GC-MS)

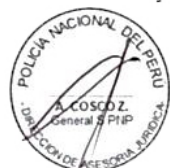
GC-MS es el acrónimo común para la técnica en la que un cromatógrafo de gases se acopla directamente a un espectrómetro de masas de sobremesa. Hoy en día, los sistemas GC-MS son un componente esencial de la mayoría de los laboratorios analíticos. Desempeñan un papel fundamental en todos los laboratorios de análisis ambiental, de alimentos y sabores, aromas, petróleo, petroquímica, forense y de química fina.

La cromatografía de gases (GC) es la técnica analítica líder para la separación de compuestos volátiles. Combina velocidad de análisis, alta resolución, facilidad de operación, excelentes resultados cuantitativos y costos moderados. Desafortunadamente, los sistemas de cromatografía de gases no pueden confirmar la identidad ni la estructura de ningún pico. Los tiempos de retención están relacionados con los coeficientes de partición, y si bien son característicos de un sistema bien definido, no son únicos. Los datos de GC por sí solos no pueden utilizarse para identificar picos.

La espectrometría de masas, por otro lado, es uno de los detectores con mayor capacidad de análisis. Requiere solo nanogramos de muestra, pero proporciona datos tanto para (1) la identificación cualitativa de compuestos desconocidos (estructura, composición elemental y peso molecular) como para (2) su cuantificación. Además, se acopla fácilmente a un sistema de GC capilar. La mayoría de los sistemas GC-MS de sobremesa utilizan un analizador de masas de cuadrupolo, trampa de iones o tiempo de luz (TOF) de plataforma única. Los cuadrupolos representan aproximadamente el 80 % de todos los sistemas GC-MS de sobremesa (McNair et al., 2019).

El análisis instrumental de una muestra comienza con su introducción en el sistema GC-MS. La muestra puede ser gaseosa, líquida o incluso sólida. Las sustancias gaseosas o los líquidos evaporados pueden analizarse mediante la tecnología de espacio de cabeza. Se utiliza frecuentemente en toxicología forense, por ejemplo, para la detección de alcohol etílico en sangre. La tecnología más reciente de microextracción en fase sólida puede utilizarse en muestras y extractos biológicos líquidos gaseosos, volátiles y no volátiles. Para ello, se introduce un microcapilar recubierto en la muestra y, a continuación, en el puerto de inyección del GC-MS. En toxicología forense, el uso más común de la GC-MS es la inyección de extractos diluidos de muestras biológicas (Aebi y Bernhard, 2006).

La GC-MS se utiliza para confirmar o excluir los resultados de pruebas preliminares, para todo tipo de pruebas cualitativas y cuantitativas, así como para exámenes de múltiples fármacos. La GC-MS es una combinación de dos métodos analíticos diferentes, la cromatografía y la espectrometría, y tiene un alto grado de selectividad y sensibilidad. Los



resultados de la GC-MS testifican pruebas definitivas y actualmente se consideran un estándar de oro dentro de la toxicología forense (Aebi y Bernhard, 2006).

El sistema cromatógrafo de gases-espectrómetro de masas cuadrupolo (GC-QMS), también llamado detector selectivo de masas por GC o GC-MS, generalmente requiere la extracción química de los analitos de sangre, orina u otras matrices y, en la mayoría de los casos, su derivatización para volatilizarlos antes de su introducción en el instrumento. El GC-QMS se utiliza rutinariamente para identificar y cuantificar drogas de abuso y productos farmacéuticos lícitos en fluidos y tejidos biológicos (Smith, 2007).

Figura 515

Cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas



Nota. Perito químico farmacéutico analizando muestras de orina para la identificación de metabolitos de cocaína y cannabinoides, mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas, en el Laboratorio de Análisis Instrumental del DEPQTF - DIRCRI PNP.

- (e) Cromatografía líquida de alto rendimiento. (HPLC; cromatografía líquida de alta presión; cromatografía líquida)

Técnica cromatográfica para separación de compuestos de solutos en la que la fase móvil es un líquido y la fase estacionaria suele ser un absorbente polar (p. ej., sílice microparticulada) al que se puede unir una serie de grupos funcionales. Al igual que en otras formas de cromatografía, la retención depende de la afinidad relativa de los compuestos del soluto por la fase móvil y la fase estacionaria, las funcionalidades de la fase estacionaria y las propiedades físicas y químicas de los compuestos del soluto. A diferencia de la cromatografía gas-líquido, la fase móvil no es inerte, sino que contribuye en gran medida a la retención del soluto. En general, se reconocen dos formas principales de HPLC: la cromatografía en fase normal (adsorción) y la cromatografía en fase enlazada. En la cromatografía de adsorción, la retención del soluto es consecuencia de la interacción con la superficie del absorbente polar utilizando fases móviles orgánicas no polares, en las que cadenas de acilcarbono de longitud variable se unen químicamente al absorbente polar. La cromatografía en fase inversa representa la forma más popular de cromatografía en fase enlazada. Normalmente, la cromatografía de fase inversa utiliza fases móviles polares y fases estacionarias no polares. La fase estacionaria en la cromatografía de intercambio iónico consiste en absorbentes a los que se han unido grupos aniónicos o catiónicos (Hodgson et al., 2015).



La HPLC versión avanzada de la cromatografía líquida se ha utilizado ampliamente como herramienta analítica tanto para la investigación como en campo forense. Los científicos forenses, especialmente los que trabajan en la especialidad de toxicología, emplean esta técnica para el análisis de diferentes drogas ilícitas, toxinas, explosivos, pesticidas, alcoholes, etc., presentes en diversos tipos de evidencia como sangre, semen, cabello, orina, saliva, vómito, etc., recuperados de la escena de un crimen. La razón detrás de este interés de los toxicólogos hacia esta técnica es su alta sensibilidad, especificidad, selectividad y capacidad para detectar compuestos en muestras forenses que tienen concentraciones muy bajas de estos analitos (Hussain et al., 2021).

Figura 516

Cromatógrafo líquido de ultra alta performance acoplado a un espectrómetro de masas (UHPLC-MS)



Nota. Uso de un cromatógrafo líquido de ultra alta performance acoplado a un espectrómetro de masas, analiza muestras de orina en el Laboratorio de Análisis Instrumental de la DIVLACRI - DIRCRI PNP; con el objetivo de identificar metabolitos de benzodiazepinas, barbitúricos y otras sustancias químicas empleadas en la sumisión química.





3.2.21. Tasación forense²³

1) Historia

La historia de la tasación forense en Perú no está documentada como una disciplina independiente, sino que forma parte del desarrollo de la criminalística y las ciencias forenses en general. Su historia está ligada a la evolución de las pericias judiciales y la medicina legal, que se consolidaron a partir del siglo XIX con la incorporación de técnicas científicas para investigar delitos. En Perú, el Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses (IML) y la Dirección de Criminalística PNP son los entes rectores, encargados de realizar diagnósticos científicos y pericias en el marco del ordenamiento jurídico peruano. Al igual que en otras partes del mundo, la tasación forense en Perú comenzó a desarrollarse a medida que se reconocía la necesidad de aplicar la ciencia a la investigación de delitos y la administración de justicia.

En efecto, la tasación forense constituye una nueva especialidad forense incorporada al Sistema Criminalístico Policial según mediante el Decreto Supremo N° 011-2025-IN el 4 de noviembre de 2025, y surge como respuesta a la creciente complejidad de la criminalidad contemporánea, donde las investigaciones requieren no solo reconstruir hechos, sino cuantificar los impactos económicos del delito, determinar perjuicios y establecer el valor real de bienes utilizados o afectados en actividades ilícitas como minería ilegal, corrupción, estafas complejas, lavado de activos, tráfico de tierras, delitos ambientales, extorsión, entre otros.

2) Definición

La tasación forense, también denominada valuación forense, es la especialidad dentro de las ciencias forenses que se ocupa de determinar el valor intrínseco, comercial u otro tipo de valor relevante de bienes, derechos o daños, en el contexto de una investigación criminal o un proceso judicial. Su objeto de estudio abarca una amplia gama de activos, tanto tangibles (como bienes inmuebles, vehículos, maquinaria, obras de arte, joyas) como intangibles (marcas, patentes, derechos de autor), así como la cuantificación de perjuicios económicos derivados de actividades delictivas.

El Reglamento Nacional de Tasaciones del Perú (RNTP), del Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (2016), en su artículo 1.02 establece: "Se entiende por tasación o valuación al procedimiento mediante el cual el perito valuador estudia el bien, analiza y dictamina sus cualidades y características en determinada fecha, para establecer la estimación del valor razonable y justo del bien". Si bien este artículo no utiliza explícitamente el término "forense", su énfasis en la determinación de un "valor razonable y justo" alinea esta definición con los objetivos intrínsecos de una tasación destinada al ámbito judicial. En un litigio, la búsqueda de un valor que sea percibido como equitativo y justificable por las partes y por el juzgador es primordial. Por ende, la definición del RNTP, al perseguir un estándar de "razonabilidad y justicia", inherentemente dota a las tasaciones realizadas bajo su amparo de una cualidad forense, especialmente cuando son requeridas o presentadas en un contexto legal.

3) Importancia

La tasación forense reviste una importancia capital para la criminalística en el Perú, al constituir un medio probatorio esencial en una vasta gama de procesos penales. La prueba pericial busca obtener para el proceso un dictamen fundado en conocimientos especiales, útil para el descubrimiento o la valoración de un elemento de prueba. En este marco, la tasación forense provee la valoración económica experta que

²³ Redactado por: Crnl. S. PNP Héctor Froilán Quiche Pichilingue y May. S. PNP Jorge Luis Sandoval Sulca

el sistema de justicia requiere. Su relevancia es particularmente notoria en la investigación de delitos económicos, actos de corrupción, criminalidad organizada, procesos de extinción de dominio y en la determinación de la reparación civil.

La contribución de la tasación forense al esclarecimiento de los hechos es fundamental. Al proporcionar datos económicos objetivos, ayuda a reconstruir eventos delictivos, identificar el modus operandi, determinar la existencia de desbalances patrimoniales o enriquecimiento ilícito, y cuantificar los daños y perjuicios ocasionados a las víctimas. En el ámbito de la criminalística, cuyo fin es el reconocimiento, individualización y evaluación de la evidencia física para coadyuvar a la justicia, la tasación forense se encarga de la "evidencia económica", transformando cifras y valores en elementos de convicción. La justificación teórica de este tipo de indagaciones en el contexto de la auditoría forense, una disciplina afín, radica en el aporte de conocimientos a abogados, investigadores policiales, fiscales y jueces.

Figura 517
Importancia de la tasación forense



Nota. Se caracteriza por proporcionar datos económicos objetivos.

4) Actividad pericial

a) Objeto y alcance

En el marco de la función criminalística policial, el objeto de la tasación forense abarca, dentro de otros aspectos los descritos en la figura siguiente; sin embargo, dependerá del requerimiento fiscal o jurisdiccional y puede incluir: verificación de autenticidad, valoración comercial, determinación de



depreciación, valoración de daños, análisis comparativos, estudios de mercado, análisis financiero o modelamiento económico complejo.

Figura 518
Alcances de la tasación forense

Bienes muebles: vehículos, maquinaria, herramientas, equipos electrónicos, mobiliario, objetos operativos, bienes seriados o no seriados.

Bienes inmuebles: predios urbanos, rústicos, instalaciones industriales, edificaciones permanentes o temporales.

Bienes intangibles: marcas, software, concesiones, franquicias, propiedad intelectual, activos digitales y derechos económicos.

Bienes atípicos o no convencionales: estructuras clandestinas, implementos para minería ilegal, infraestructura informal, artefactos modificados, bienes alterados o artesanales.

Perjuicios económicos: pérdidas operativas, daños materiales, depreciación acelerada, deterioros funcionales y perjuicio patrimonial general.

Nota. El objeto de la tasación forense depende del requerimiento fiscal.

b) Fundamentos normativos

El Artículo 9 del Reglamento establece que la tasación forense es una labor criminalística oficial. Asimismo, el Artículo 22 incluye el Registro Nacional Criminalístico de Tasaciones Forenses, buscando estandarizar procedimientos y establecer criterios de control de calidad, validación técnica y trazabilidad pericial. En ese orden de ideas, la actividad del perito tasador forense se sustenta en:

- Decreto Legislativo N.º 1219 y Decreto Legislativo N.º 1606
- Decreto Supremo N.º 011-2025-IN
- Reglamento Nacional de Tasaciones del Perú
- Normas Internacionales de Valuación – IVS
- Normas Internacionales de Contabilidad (relacionadas a activos: NIC 16)
- Normativa registral (SUNARP) y tributaria (SUNAT) según corresponda

c) Exámenes de evaluación forense

En las condiciones modernas, debido a la presencia de una gran cantidad de disputas económicas, es relevante la necesidad de determinar el valor de mercado de los activos en disputa de la organización o el valor de la empresa (negocio) en su conjunto. Lo mismo puede aplicarse a los casos penales modernos, cuando hubo una transacción con bienes adquiridos a un valor que no correspondía al valor de mercado. En los procesos penales, los exámenes de evaluación forense se prescriben durante la





investigación de delitos comprendidos en el código penal (fraude, actividades bancarias ilegales, lavado de activos, quiebra ficticia, entre otros).

En el proceso de arbitraje, la determinación del valor de mercado de ciertos activos también se examina sistemáticamente en diversas categorías de casos: en particular, al impugnar transacciones en el marco de una quiebra y al considerar disputas fiscales. En los procesos civiles, la determinación del valor de mercado es relevante en disputas entre particulares. Por ejemplo, los exámenes de evaluación forense se prescriben cuando se consideran casos de indemnización por daños como resultado de accidentes de tráfico o "inundaciones". Pero la mayoría de las veces, los exámenes de tasación judicial se designan al considerar casos de división de bienes adquiridos conjuntamente.

Como parte del estudio pericial, se determina el valor de mercado de los valores (acciones y letras), las acciones del fundador en el capital autorizado de la organización, los bienes inmuebles y los bienes muebles. Actualmente, los exámenes de tasación judicial se designan como parte de los procedimientos administrativos en los casos de impugnación del valor catastral de bienes inmuebles y terrenos. Con base en lo anterior, podemos concluir que, sin el nombramiento y realización de un examen de tasación judicial, no es posible tomar una decisión tanto en casos penales como en procesos civiles.

Los exámenes de tasación están destinados a estudiar el valor de mercado de los activos, y el valor es un concepto económico cuya definición no es posible sin conocimientos económicos especiales. Por lo tanto, no es posible determinar el coste por parte de un experto en construcción, técnico automotriz o experto en comercialización sin la participación de un experto en economía forense. Entonces, la tasación forense es un tipo de examen financiero y económico forense, mientras que el criterio de competencia del perito es la presencia de conocimientos especiales en el campo de las actividades de tasación (Ivliev, 2023).

El tipo de tasación forense se clasifica según el tipo de activo: examen forense del valor de inmuebles, examen forense del valor de vehículos de motor, examen del costo de la propiedad intelectual, examen del valor de los valores (acciones, letras, bonos), etc. Al mismo tiempo, un examen de tasación forense del valor de una empresa (negocio) suele ser de naturaleza compleja, ya que el complejo de propiedades de la organización evaluada puede incluir activos con características tecnológicas, que no pueden evaluarse sin la participación de un especialista correspondiente. Por lo tanto, en la práctica, se dan sistemáticamente casos de asignación de exámenes complejos de evaluación, construcción, técnicos, de ingeniería y técnicos automotrices.

El tema de una tasación forense son datos fácticos sobre el valor de mercado de los activos, acciones, negocios del sujeto, así como el impacto en el valor de mercado de los activos de las transacciones, cuya evaluación requiere conocimientos especiales en el campo de las actividades de tasación. Los objetos de investigación en la realización de una tasación forense (usando el ejemplo de un estudio del valor de mercado de una empresa (negocio) representan información sobre la propiedad de la organización, los ingresos de la organización y datos sobre las transacciones en el mercado del activo que se está evaluando.

En consecuencia, son tareas de tasación forense: determinar el valor de mercado de activos intangibles, determinar el valor de mercado de vehículos, determinar el valor de bienes raíces, evaluar inversiones financieras, determinar el valor real de la participación de un participante al salir de una sociedad de responsabilidad limitada, evaluar el impacto de las transacciones en el valor de mercado de los activos, estudiar el impacto en el valor de mercado de las operaciones / transacciones de una organización.



El proceso metodológico en tasación forense comprende las siguientes etapas:

Tabla 48

Proceso metodológico de la tasación forense

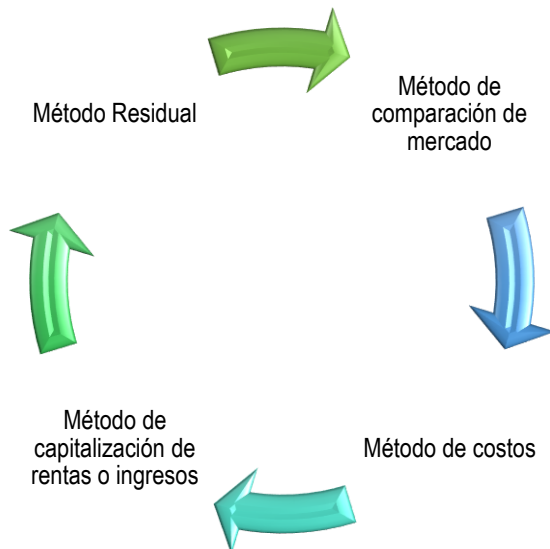
Proceso	Descripción
Recepción y análisis del requerimiento	Comprende la identificación del objeto de tasación, el marco jurídico penal aplicable, la finalidad probatoria, las limitaciones y el ámbito técnico del encargo
Revisión documental	Incluye expedientes judiciales, documentación registral, comprobantes de propiedad, certificados técnicos, facturas, contratos, planos, fichas, documentos tributarios, entre otros
Inspección técnica	Verificación física y funcional del bien. Se documenta estado, características, medidas, seriales, integridad estructural, nivel de daño, alteraciones, modificaciones y parámetros técnicos relevantes
Investigación de mercado	Consulta de fuentes verificables: valores de mercado, bases oficiales, catálogos, estudios comparativos, tarifas técnicas, registros especializados y análisis sectorial
Selección de metodología	Se determina el método más adecuado (comparativo, reposición, ingresos, residual o mixtos), justificando su pertinencia y aplicabilidad
Análisis crítico y modelación del valor	Contraste de datos, aplicación de depreciaciones, análisis de obsolescencia tecnológica, cálculo del valor de reposición y ajuste de factores de influencia
Elaboración del informe pericial	Incluye antecedentes, objetivo, metodología, análisis técnico, fundamentos normativos, conclusiones y anexos. Debe ser claro, reproducible y sostenido técnicamente

Nota. El proceso metodológico es sistemático y riguroso, para proporcionar “evidencia económica”. Adaptado de Ivliev (2023).

Los métodos de tasación aplicables según el tipo de bien y la finalidad de la valoración, se presentan en la siguiente figura.

Figura 519

Métodos de tasación



Nota. El RNT del Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (2016) ofrece directrices detalladas sobre la aplicación de los métodos indicados.



- i) Método de comparación de mercado: estima el valor comparando el bien con otros similares cuyas transacciones sean recientes y conocidas. La aplicación es a inmuebles, vehículos, maquinarias y bienes estándar donde exista información suficiente para ser comparada.
- ii) Método de costos: determina el valor a partir del costo de reposición o construcción del bien, menos la depreciación acumulada (antigüedad, obsolescencia o deterioros)
- iii) Método de capitalización de rentas o ingresos: valora el bien en función de su capacidad para generar ingresos futuros. La elección del método o la combinación de estos debe estar debidamente justificada en el informe.
- iv) Método residual: permite estimar el valor del suelo o del activo inmobiliario en desarrollo a partir de su potencial edificatorio y de los ingresos esperados del proyecto.

Por otro lado, según Asnis et al. (2019) resulta importante observar que la tecnología forense para la realización de exámenes de tasación forense está constituida por un conjunto de procedimientos analíticos realizados en una secuencia determinada destinados a investigar el valor de mercado del activo investigado (bienes raíces, bienes muebles, empresa (negocio), propiedad intelectual, derechos de reclamación), analizando el impacto de las operaciones (transacciones) sobre el valor de mercado de los activos evaluados, realizadas sobre la base de conocimientos especiales en el campo de las actividades de valoración. Componentes de las tecnologías forenses para la realización de exámenes de evaluación forense:

- Conocimiento de los fundamentos metodológicos de la investigación pericial sobre el valor de los activos y métodos para estudiar el impacto de las operaciones y transacciones del propietario sobre el valor de los activos; –criterios para evaluar los datos intermedios obtenidos durante el estudio del valor de mercado del activo que se valora utilizando los métodos de costo, ingreso y enfoques comparativos;
- Construir una convicción sólida en el experto acerca de la validez de las conclusiones sobre el valor de un activo, basadas en la aplicación de distintos enfoques y en la verificación cuidadosa de cada resultado
- Formular conclusiones sobre el valor del activo: resumir los resultados de la investigación obtenidos por separado de los enfoques de ingresos, costos y comparativos en un solo resultado, así como ajustar el resultado obtenido teniendo en cuenta las características de su facturación;
- Registro de los resultados de los exámenes de conformidad con los requisitos de la legislación sobre actividades forenses y el concepto de ciencia forense.

d) El perito tasador forense

Es un profesional especializado cuya labor consiste en examinar, analizar y emitir una opinión técnica en asuntos que requieren conocimientos específicos dentro del ámbito económico y patrimonial. Su competencia deriva tanto de las atribuciones que la legislación procesal le reconoce como del dominio que posee sobre disciplinas vinculadas a la economía, la contabilidad, las finanzas y la valorización de bienes. Esta competencia no solo se basa en la formación académica y la experiencia acumulada, sino también en la comprensión de la normativa técnica, jurídica y procedimental que regula la actividad pericial. Asimismo, implica la capacidad de aplicar métodos de valuación reconocidos, interpretar





información técnica y registral, y fundamentar conclusiones con rigor metodológico, garantizando que su actuación sea útil para la toma de decisiones en el proceso penal (Savitsky,2021).

Para desempeñarse con solvencia, el perito tasador forense debe contar con conocimientos sólidos en ingeniería y arquitectura básica, economía y finanzas, técnicas de depreciación, análisis comparativo de mercado, normas internacionales de valuación e interpretación registral y documental, entre otras. Estas competencias técnicas se complementan con el dominio de la metodología criminalística, el razonamiento pericial y los criterios de defensibilidad técnica, necesarios para sustentar sus conclusiones ante instancias judiciales o administrativas. El ejercicio profesional exige una comprensión integral del bien o activo sujeto a tasación, la adecuada selección del método valuatorio y la capacidad de argumentar sus hallazgos con claridad, consistencia y precisión técnica, de manera que el informe pericial se constituya en una herramienta confiable para jueces, fiscales y autoridades policiales.

Además de la preparación técnica, el perito tasador forense debe regirse por principios éticos fundamentales, entre ellos la objetividad, la imparcialidad, la independencia técnica, la transparencia, la confidencialidad y la trazabilidad. Estos principios orientan cada fase del procedimiento pericial y aseguran que el dictamen emitido sea verificable y reproducible, respetando los estándares institucionales establecidos por la Policía Nacional del Perú. La integridad ética es indispensable para garantizar que las valoraciones realizadas no se vean afectadas por intereses externos, presiones institucionales o interpretaciones subjetivas, preservando así la credibilidad de la función pericial. En ese sentido, el desempeño del perito no solo implica conocimiento técnico, sino también responsabilidad profesional y un compromiso permanente con la veracidad y la justicia.

La actividad del perito tasador forense constituye un proceso metodológico que se inicia con su designación y culmina con la elaboración y sustentación del informe correspondiente, rigiéndose por principios de objetividad, imparcialidad y rigor científico-técnico. A continuación, se describen las fases y responsabilidades principales:

- i) Nombramiento y aceptación del cargo: en el caso de los peritos oficiales de la DIRCRI PNP, la designación proviene de la propia institución ante un requerimiento fiscal o judicial.
- ii) Acceso a la información y deber de reserva: el CPP (art. 176°) faculta al perito a acceder al expediente y a todas las evidencias necesarias para cumplir su cometido. Paralelamente, le impone el deber de guardar reserva, bajo responsabilidad, de toda la información que conozca con motivo de su actuación.
- iii) Planificación de la pericia, tipología y metodología: antes de iniciar las operaciones, el perito debe planificar su trabajo, definiendo el objeto exacto de la tasación, la información requerida, la clasificación según el objeto o área de especialización y la metodología más adecuada.
- iv) Inspección del bien y recolección de datos: siempre que sea posible y pertinente, la inspección física del bien a tasar es fundamental ("valuación de campo"). Durante la inspección, el perito verifica las características, estado de conservación, dimensiones y otros aspectos relevantes, documentándolos mediante fotografías, mediciones y notas detalladas. La recolección de datos complementarios puede incluir investigación de mercado, análisis de ventas comparables, revisión de registros públicos, consulta de planos, especificaciones técnicas, estados financieros (en caso de empresas), entre otros.





- v) Análisis de la información y aplicación de la metodología: con toda la información recopilada, el perito procede al análisis y aplicación de la metodología de tasación seleccionada, realizando los cálculos y ajustes necesarios para llegar a una estimación del valor.
- vi) Elaboración del informe pericial de tasación forense: este es el documento formal que plasma el trabajo del perito. Su estructura y contenido deben ajustarse a lo dispuesto por el artículo 178° del CPP y complementarse con los requisitos del RNT. Un informe completo y bien fundamentado es crucial para su credibilidad.





3.2.22. Telefonía forense²⁴

1) Historial

La investigación forense móvil, según Oxygen Forensic (2023), se inicia en la década de 1990, los primeros teléfonos móviles ofrecían pocas funciones, por lo que el análisis forense se limitaba a registros de llamadas y mensajes de texto. Con la llegada de los teléfonos inteligentes en los 2000, como BlackBerry y Windows Mobile, se amplió el alcance al correo electrónico, la web y aplicaciones, y comenzaron a surgir herramientas forenses especializadas. El lanzamiento del iPhone en 2007 y la expansión de Android transformaron por completo el escenario, obligando a la telefonía forense a adaptarse a dispositivos más complejos y seguros. Durante los 2010, el aumento del cifrado y la seguridad llevó al uso de técnicas avanzadas como chip-off y JTAG, así como al análisis de la nube para recuperar datos de servicios como iCloud y Google Drive. Paralelamente, crecieron las exigencias legales y éticas para asegurar la validez de la evidencia digital. Hoy, la investigación forense móvil sigue en constante evolución, enfrentando los retos que imponen las nuevas tecnologías, sistemas operativos y medidas de seguridad.

2) Definición

a) Definición general

Determinar el Para la empresa Carney Forensic (2025) La investigación forense de dispositivos móviles consiste en la recuperación, análisis y presentación de evidencias digitales obtenidas tanto de teléfonos inteligentes actuales, como iPhone y Android, como de equipos más antiguos, entre ellos BlackBerry, Windows Phone, celulares básicos, plegables o de prepago. Este tipo de pericia requiere herramientas especializadas y metodologías forenses, abarcando su memoria interna, externa y extendida.

De acuerdo a Geeksforgeeks (2024) señala que la investigación forense de dispositivos móviles, o forense de teléfonos celulares, es una rama especializada de la informática forense enfocada en la recuperación de datos digitales de equipos como smartphones y tabletas. Debido a su uso cotidiano en ámbitos personales y laborales, estos dispositivos concentran gran cantidad de información que puede convertirse en evidencia clave, tanto en procesos penales como en litigios civiles.

Asimismo, Oxygen Forensic (2023), precisa que consiste en la recolección, análisis y resguardo de evidencias digitales obtenidas de dispositivos móviles. Su relevancia ha aumentado con el uso masivo de smartphones y tabletas, los cuales hoy forman parte esencial de la vida cotidiana y suelen estar vinculados a investigaciones criminales, incidentes de ciberseguridad y procesos judiciales. Este campo se centra en la recuperación y estudio de información contenida en dichos equipos con el fin de aportar pruebas útiles en distintas investigaciones.

Por otro lado, cellebrite (2025) lo considera como una especialidad dentro de la ciencia forense digital enfocada en la recuperación y análisis de información proveniente de teléfonos inteligentes, tabletas y otros equipos similares. Su finalidad es obtener evidencia digital de manera técnica y rigurosa, de modo que pueda ser utilizada legalmente en un proceso judicial. Para ello, se emplean herramientas y métodos especializados que permiten extraer datos tanto de la memoria interna como de medios

²⁴ Redactado por: May. S. PNP Shirley Stana Poma Gonzales y S2 PNP Nadia Miluska Herrera Peralta

externos abarcando información como mensajes, registros de llamadas, contactos, imágenes, videos y otros elementos relevantes.

Se aplican diferentes métodos y recursos especializados para analizar dispositivos y sistemas que utilizan guías de onda con el fin de transmitir información, datos o voz. Dentro de estos procedimientos destacan la obtención de información relevante para investigaciones criminalísticas desde teléfonos móviles y sus componentes externos, así como la realización de análisis técnicos y descriptivos destinados a comprobar el correcto funcionamiento de equipos con módulos de radiofrecuencia (RF) y otros que hacen uso del espectro radioeléctrico como medio de transmisión

b) Bases teóricas

i) Normas internacionales

- (1) Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) Special Publication 800-101: guidelines on Mobile Device Forensics

Esta guía proporciona información básica sobre las herramientas forenses móviles y la preservación, adquisición, examen, análisis y reporte de evidencia digital presente en dispositivos móviles.

- (2) Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) Special Publication 800-202 Quick Start Guide for Populating Mobile Test Devices

Esta guía describe cómo procesar un dispositivo móvil como parte de las pruebas de una herramienta forense móvil. Fue diseñada para hacer testeo, pero también puede usarse para completar un dispositivo para su uso con otros enfoques de prueba.

ii) Fundamentos de telecomunicaciones

(1) Telefonía

- (a) Según (Naranjo, 2016) la evolución de la tecnología móvil ha avanzado significativamente desde la primera generación (1G) hasta la próxima generación (5G). 1G (1970-1989): fue la primera generación de telecomunicaciones móviles, caracterizada por ser analógica. Permitía solo llamadas de voz a bajas velocidades de transmisión (10 kbps). Los teléfonos eran grandes y pesados, y las redes no eran interoperables entre diferentes países. Su principal tecnología fue AMPS (Advanced Mobile Phone System).
- (b) 2G (1990-2000): introdujo la transición de sistemas analógicos a digitales. Permitió los mensajes de texto (SMS) y mejoró las velocidades de transmisión de datos (hasta 384 kbps). Se usaron tecnologías como GSM (Global System for Mobile Communications) y CDMA. También se comenzó a utilizar la tarjeta SIM (Subscriber Identity Module), lo que permitió que los teléfonos fueran más pequeños y más asequibles.
- (c) 3G (2001-2009): esta generación permitió el acceso a Internet móvil y aplicaciones multimedia, con velocidades que alcanzaron hasta 14 Mbps. La red 3G trajo consigo la estandarización global y permitió la convergencia de servicios de voz y datos. También surgió la tecnología 3.5G o HSPA (High-Speed Packet Access), que mejoró aún más la velocidad de transmisión de datos.



- (d) 4G (2010-2019): con velocidades que pueden alcanzar hasta 1 Gbps en usuarios fijos y 100 Mbps en usuarios móviles, 4G se centró en la transmisión de datos a gran escala y la creación de plataformas convergentes. Usó tecnologías como LTE (Long-Term Evolution) y LTE-A (Advanced). 4G permitió la visualización de contenido en HD y el acceso a aplicaciones más avanzadas y servicios en línea.
- (e) 5G (2020-2030): la próxima generación promete un aumento masivo en la velocidad de transmisión de datos, con una capacidad para conectar millones de dispositivos simultáneamente. Se espera que 5G permita el Internet de las Cosas (IoT), con alta confiabilidad, baja latencia y eficiencia energética. Usará tecnologías avanzadas como MIMO y FD-MIMO y operará en nuevos rangos de espectro, incluidos mmWave (ondas milimétricas).

Figura 520

Evolución de los teléfonos celulares



Nota. En la figura se observa un recorrido de las tecnologías 1G, 2G, 3G, 4G y 5G.

(2) Principios de comunicación

- (a) Señal analógica: en telefonía, una señal analógica es aquella que transmite información de forma continua, variando proporcionalmente con el sonido original. Esto es común en las primeras generaciones de telefonía, donde la voz humana se convertía en una señal eléctrica continua, cuya calidad podía degradarse fácilmente por interferencias o distorsiones durante la transmisión.
- (b) Señal digital: en la telefonía moderna, especialmente con la evolución hacia sistemas como la telefonía móvil, la señal digital ha reemplazado a la analógica. Esta transmite la información en forma de bits, representando los datos en secuencias discretas de ceros y unos. Las señales digitales son más robustas frente a interferencias, permitiendo una comunicación más clara y eficiente, especialmente en condiciones de ruido o baja cobertura.
- (c) Modulación: en los sistemas de telefonía, la modulación es el proceso mediante el cual la señal de información se incorpora en una portadora para su transmisión. En las redes digitales, se utilizan técnicas como la modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK) o modulación por amplitud de fase (PSK), que permiten transmitir grandes volúmenes de datos a través de canales de comunicación limitados, optimizando el uso del espectro radioeléctrico.





- (d) Transmisión y recepción: en la telefonía, la transmisión se refiere al proceso de enviar la señal de voz o datos desde un dispositivo a través de un medio de comunicación (por ejemplo, cables, ondas electromagnéticas o fibra óptica), mientras que la recepción es el proceso inverso, donde el receptor decodifica la señal para recuperar la información original. En la telefonía móvil, la transmisión y recepción de señales se realiza de manera digital, permitiendo que la comunicación sea más eficiente y menos susceptible a interferencias, mejorando la calidad de las llamadas y la velocidad de los datos.

(3) Arquitectura de redes móviles:

Según Rincón (2008) menciona que las estaciones base (BTS), centros de conmutación (MSC), red troncal y roaming tienen un rol crucial en el funcionamiento y la expansión de las redes móviles, facilitando la comunicación en diversas zonas geográficas y permitiendo la interoperabilidad entre diferentes redes y proveedores de servicios.

- (a) Estaciones Base (BTS): Son estaciones fijas que permiten la comunicación entre los teléfonos móviles y la red. Estas estaciones son responsables de la transmisión y recepción de señales entre los dispositivos móviles y la infraestructura de la red. Están ubicadas en diferentes áreas geográficas y son fundamentales para la cobertura de la red celular.
- (b) Centros de Conmutación (MSC): Son centros de control que gestionan el enrutamiento de llamadas entre los teléfonos móviles y otras redes (móviles o fijas). También manejan funciones como el "handover" (transferencia de una llamada de una estación base a otra), roaming y la facturación de llamadas.
- (c) Red Troncal: Se refiere a la infraestructura que conecta las estaciones base y los centros de conmutación, facilitando la comunicación entre diferentes áreas y redes. Es esencial para garantizar la transmisión de datos y llamadas entre las diversas estaciones base y el sistema central.
- (d) Roaming: Es el servicio que permite a los usuarios de un operador móvil utilizar su teléfono en una red de otro operador cuando están fuera de su área de cobertura. El roaming puede ser internacional (en diferentes países) o nacional, dependiendo de la configuración de las redes móviles.

(4) Identificadores en telecomunicaciones

- (a) IMEI (International Mobile Equipment Identity): Es un código de 15 dígitos que identifica a cada dispositivo móvil a nivel global, permitiendo su identificación única y precisa.
- (b) IMSI (International Mobile Subscriber Identity): El instituto federal de telecomunicaciones (2023), precisa que la Identidad Internacional de Suscripción al Servicio Móvil (IMSI, por sus siglas en inglés) identifica las suscripciones que dan acceso a los servicios de telecomunicaciones públicas.
- (c) La IMSI se almacena en el Módulo de Identidad del Suscriptor (SIM) dentro del teléfono móvil y se transmite a la red con la que está vinculada. Al encender el dispositivo, este envía su número IMSI a la red celular asociada para actualizar su ubicación, en un proceso conocido como conexión. Este procedimiento también se realiza cuando el equipo pasa de



una estación base a otra durante su uso, garantizando que el dispositivo permanezca correctamente identificado dentro de la red.

- (d) ICCID (Integrated Circuit Card Identifier): De acuerdo a simbase (2014) Todos los dispositivos móviles necesitan un Módulo de Identidad del Abonado (SIM) para poder identificarse dentro de una red celular. El ICCID es un número único asignado a cada tarjeta SIM, el cual se encuentra impreso en la tarjeta y también almacenado en su memoria interna. Este identificador permite que el operador móvil reconozca la SIM y brinde acceso del usuario a la red.
- (e) El SIM, o Módulo de Identidad del Abonado, es un pequeño chip físico que enlaza dispositivos como teléfonos inteligentes o tabletas con la red móvil. En su interior contiene información personal, como el número de teléfono y datos de seguridad, que permiten realizar llamadas, enviar mensajes y utilizar servicios de datos móviles.
- (f) MSISDN (número de línea) Para Paul, (2024) es el número de teléfono móvil. Se compone del código del país donde está registrada la SIM, un código de red que identifica al operador de red y un número de abonado. El número de abonado es único para cada SIM e identifica a un abonado individual.

Figura 521
Identificadores de telecomunicaciones



Nota. En la figura se observa de manera representativa cada uno de los identificadores de telecomunicaciones.

iii) Telefonía móvil y dispositivos inteligentes

- (1) Sistema operativo Móvil: los sistemas operativos usados para los teléfonos móviles, celulares o smartphone son muchos, entre los principales destacan:
 - (a) Android: sistema operativo móvil basado en Linux y desarrollado por Google, ampliamente usado en smartphones y tabletas, que constituye una de las principales plataformas de análisis en telefonía forense.

- (b) Los: sistema operativo móvil de Apple, utilizado en iPhone y iPad, con características de seguridad que requieren técnicas forenses avanzadas para extraer y preservar evidencia digital.
- (c) BlackBerry OS: desarrollado por BlackBerry Limited para sus dispositivos móviles. Históricamente, BlackBerry fue pionero en el campo de las comunicaciones móviles y se destacó por su enfoque en la seguridad y la productividad.
- (d) Symbian: es propiedad de Nokia y el utilizado para sus teléfonos.
- (e) Windows Phone: desarrollado por Microsoft, es utilizado básicamente por los terminales o Smartphone de gama alta de Nokia.

(2) Relevancia de los sistemas operativos en la extracción de evidencia

Para Casey (2011) precisa que, en el análisis forense digital, los sistemas operativos (SO) juegan un papel crucial en la extracción de evidencias, dado a que son el medio a través del cual se gestionan los recursos de hardware y software de un dispositivo. Cada sistema operativo (Windows, Linux, macOS, Android, iOS, entre otros) administra de manera distinta la creación, almacenamiento y eliminación de archivos, así como el manejo de registros de actividad y metadatos.

La comprensión del funcionamiento interno de un SO permite al perito forense identificar artefactos digitales relevantes, como:

- (a) Archivos de registro (logs) de sistema y de aplicaciones.
- (b) Metadatos asociados a archivos (fechas de creación, modificación, acceso).
- (c) Información residual en memoria o espacio no asignado.
- (d) Estructuras específicas como el Registro de Windows, directorios de sistema en Linux/Unix, o bases de datos en Android/iOS.

Además, cada sistema operativo presenta diferentes mecanismos de seguridad y encriptación, lo que condiciona las herramientas y metodologías de extracción a utilizar. Por ejemplo, la adquisición de evidencias en un dispositivo Android requiere enfoques distintos a los aplicados en un equipo Windows.

En este sentido, el conocimiento profundo de los sistemas operativos garantiza una extracción fiable, íntegra y reproducible, respetando los principios de la informática forense y asegurando la validez de la evidencia en un proceso judicial.

(3) Tipos de evidencias

- (a) Registros de llamadas (CDR – Call Detail Records).
- (b) SMS/MMS.
- (c) Geolocalización y celdas BTS.
- (d) Contactos y agenda.



(e) Archivos multimedia (audio, video, fotos).

(f) Aplicaciones de mensajería y redes sociales.

c) Términos técnicos asociados a la extracción forense de dispositivos móviles

En el análisis forense de dispositivos móviles es necesario comprender una serie de conceptos técnicos que sustentan los distintos métodos de adquisición de información. Estos términos no solo describen procedimientos tecnológicos, sino que delimitan el alcance y las limitaciones de cada técnica. A continuación, se desarrollan los principales:

En primer lugar, para Nilles, el modo desarrollador (Developer Mode) (2017) constituye una función avanzada que puede activarse en los sistemas operativos móviles. En Android, permite habilitar la depuración USB (USB Debugging), la cual es imprescindible para que las herramientas forenses logren establecer una comunicación directa entre el dispositivo y la estación de trabajo. Sin esta configuración, muchas extracciones lógicas y de sistema de archivos serían inviables.

Otro concepto frecuente es el downgrade, para lo cual Santos (2022), alude al proceso de instalar una versión anterior del sistema operativo en el dispositivo. Esta práctica resulta relevante en el contexto forense cuando las versiones más recientes incluyen mecanismos de seguridad que restringen la extracción. Al aplicar un downgrade se busca acceder a una versión más compatible o vulnerable que posibilite la recuperación de evidencias, siempre bajo control y preservando la integridad de los datos.

Asimismo, el bootloader (2022) es el programa encargado de inicializar el sistema operativo en el teléfono. Su desbloqueo controlado permite cargar entornos temporales que facilitan el acceso a la memoria, sin necesidad de alterar los archivos originales. De manera análoga, en dispositivos iOS se utiliza el modo DFU (Device Firmware Update) (2024) y en ambos sistemas el modo recovery (Vieira), los cuales ofrecen entornos de bajo nivel para restaurar o manipular el software, siendo aprovechados en determinadas técnicas de extracción avanzada.

En cuanto a privilegios de acceso, es importante distinguir el jailbreak (2025) en iOS y el rooting en Android (2015). Ambas técnicas otorgan al perito privilegios de superusuario sobre el sistema, lo que habilita la exploración de áreas restringidas. No obstante, su aplicación en un entorno forense debe ser cuidadosamente evaluada, pues conllevan el riesgo de modificar evidencias si no se emplean bajo protocolos estrictos.

Otra herramienta, de acuerdo a Amarante (2017), es indispensable es el ADB (Android Debug Bridge), que es una interfaz de línea de comandos que facilita la comunicación con dispositivos Android. Su utilidad se centra en la extracción lógica de datos, la instalación de comandos personalizados y, en ciertos casos, el acceso a archivos de sistema.

En el ámbito de la adquisición avanzada, se diferencian tres niveles: la extracción lógica (Ariza, 2024), que recupera la información visible para el usuario (contactos, mensajes, registros de llamadas); la extracción de sistema de archivos, que permite obtener toda la estructura jerárquica de directorios y aplicaciones; y la extracción física (Ariza, 2024), la cual produce una copia bit a bit de la memoria del dispositivo, incluyendo datos eliminados o inaccesibles por medios convencionales. Finalmente, Rada (2022) señala que cuando el acceso a nivel de software no es posible, se recurre a técnicas de hardware forense.



Entre ellas destacan el ISP (In-System Programming), que conecta directamente con los pines de memoria del dispositivo; el JTAG (Joint Test Action Group), que utiliza puertos de depuración integrados en la placa para leer la memoria; y el chip-off, procedimiento en el que se desolda el chip de almacenamiento para su lectura mediante programadores especializados. Estas técnicas, aunque invasivas, resultan indispensables en casos de equipos dañados o bloqueados.

En síntesis, el dominio de estos términos técnicos permite comprender la variedad de escenarios que enfrenta el perito en telefonía forense, así como seleccionar el método de extracción más adecuado, asegurando siempre la preservación de la evidencia digital (Sosa, 2023) y el cumplimiento de la cadena de custodia.

d) Metodologías de extracción de datos

De acuerdo a ForensicMovil (2025) La fase de adquisición emplea varios enfoques según los requisitos de la investigación y las características del dispositivo. Existen tres métodos principales de extracción de datos:

Adquisición lógica: Proporciona acceso al sistema de archivos del dispositivo a través de los protocolos de copia de seguridad ADB (Android Debug Bridge) o iTunes. Si bien no captura espacio no asignado, este

método ofrece acceso rápido a bases de datos SQLite activas, archivos plist y registros del sistema. Minimiza el riesgo de operaciones de escritura en el dispositivo, lo que lo hace adecuado para investigaciones en las que el borrado de datos eliminados no es crítico.

Adquisición del sistema de archivos: permite un acceso más profundo a los datos de partición sin procesar, recuperando potencialmente registros SQLite y artefactos del sistema de archivos eliminados recientemente. Este método generalmente requiere privilegios escalados a través del desbloqueo del cargador de arranque, imágenes de recuperación personalizadas o exploits de estilo checkm8.

Adquisición física: Crea una imagen bit a bit del almacenamiento del dispositivo a través de procedimientos de chip-off o interfaces JTAG, lo que representa el enfoque más completo. Este método ofrece el mayor potencial para la recuperación de datos a través del análisis NAND sin procesar, incluidos los archivos eliminados, los artefactos del sistema y la recuperación de datos de dispositivos dañados. Sin embargo, los dispositivos modernos con cifrado de hardware, cadenas de arranque seguras y características de seguridad como Secure Enclave a menudo presentan obstáculos técnicos significativos para la adquisición física.

3) Importancia

La telefonía forense es fundamental en las investigaciones digitales porque los dispositivos móviles almacenan gran cantidad de información personal, comunicaciones, datos de ubicación y actividades en la nube. Estos elementos permiten reconstruir cronologías, vínculos y acciones relevantes en casos criminales y de ciberseguridad. Aunque el cifrado y la diversidad tecnológica plantean desafíos, el análisis forense móvil se mantiene como un pilar esencial en la obtención de evidencia digital.

4) Actividad pericial

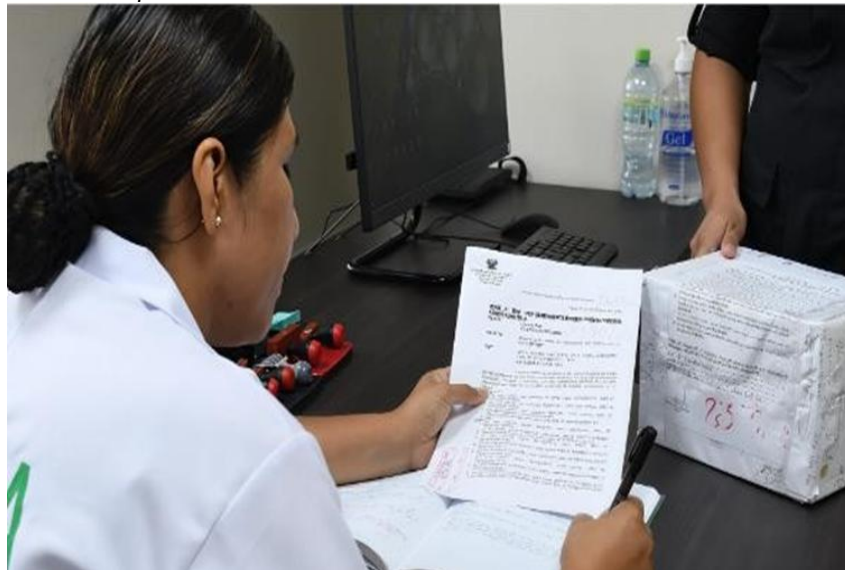
Tiene como objetivo analizar dispositivos móviles y redes de comunicación para extraer, recuperar y examinar información relevante, considerando las siguientes actividades periciales:



- a) Análisis de contenido de teléfonos móviles (SMS, registros de llamadas, agenda, notas, fotos, videos, IMEI).
- b) Recuperación de información borrada (datos eliminados voluntaria o involuntariamente).
- c) Extracción y análisis de datos de aplicaciones de mensajería (WhatsApp, Telegram, Messenger, entre otros).
- d) Verificación de autenticidad de comunicaciones (mensajes y llamadas).
- e) Análisis de tarjetas SIM y microSD.
- f) Análisis de operatividad de componentes y equipos de comunicación.
- g) Entre otros del ámbito de aplicación de la materia.

Figura 522

Procedimiento de entrega de una muestra debidamente lacrado y con cadena de custodia para realizar el examen de telefonía forense



CAPÍTULO IV



IDENTIFICACIÓN CRIMINALÍSTICA

CAPÍTULO IV: IDENTIFICACIÓN CRIMINALÍSTICA

4.1. Generalidades

La criminalística constituye un pilar esencial dentro de las ciencias forenses; se orienta al estudio, análisis y esclarecimiento de hechos presuntamente delictivos mediante la aplicación de métodos científicos y técnicas especializadas. Su objetivo principal es descubrir la verdad material de un hecho a través de la observación, preservación, recolección y análisis de los indicios físicos hallados en la escena del crimen.

En este contexto, la criminalística se vincula estrechamente con diversas ramas del conocimiento forense, entre las cuales destacan la papiloscopía, la estomatología forense y la identificación facial, debido a su relevancia en los procesos de identificación humana.

La papiloscopía, también denominada lofoscopía, se dedica al estudio científico de las crestas papilares presentes en las falanges de los dedos, palmas de las manos y plantas de los pies. Esta disciplina permite la identificación individual mediante el análisis de huellas papilares, sustentada en la singularidad, permanencia y clasificabilidad de dichas estructuras. Su aplicación en investigaciones criminales resulta indispensable y es incuestionable, ya que proporciona pruebas objetivas y confiables que pueden vincular a una persona con un objeto, lugar o escena del crimen, fortaleciendo así los procesos judiciales y la búsqueda de la verdad.

Por su parte, la estomatología forense centra su labor en el análisis de los elementos bucodentales con fines de identificación, estimación de la edad, reconocimiento de lesiones y evaluación de mordeduras. El estudio odontológico se convierte en una herramienta valiosa cuando otros métodos de identificación, como las huellas dactilares o el análisis genético, no pueden aplicarse por el estado de los restos humanos. Esta disciplina integra conocimientos anatómicos, patológicos y radiográficos, siendo especialmente útil en desastres masivos, investigaciones de violencia o casos donde los cuerpos presentan avanzado estado de descomposición.

Finalmente, la identificación facial representa una de las técnicas más empleadas y en constante evolución dentro del ámbito forense. Mediante el análisis morfológico de los rasgos faciales, tanto en personas vivas como fallecidas, y con el apoyo de herramientas tecnológicas como la comparación fotográfica, el reconocimiento biométrico y la reconstrucción facial forense; esta disciplina permite establecer la identidad con un alto grado de precisión. En los últimos años, los avances en inteligencia artificial y el uso de herramientas tecnológicas han potenciado significativamente esta área, ampliando sus aplicaciones y mejorando la exactitud de los resultados en los procesos de investigación criminal y de identificación humana.

4.1.1. Definiciones

1) Identificación

Según el Diccionario de la Lengua Española (2025), el término se define como la “acción y efecto de identificar o identificarse”. El concepto proviene del latín, específicamente de la combinación de dos términos: el sustantivo *identitas*, que significa “identidad”, y el verbo *facere*, que se traduce como “hacer”.

Edmond Locard, reconocido criminólogo, conceptualiza la identificación como la determinación de la individualidad de un objeto o de una persona mediante la comparación de sus características físicas con las de otros objetos o personas, con el fin de establecer su identidad.



2) Identificar

Proviene del latín escolástico *identificare*. Según el Diccionario de la Lengua Española (2025), significa “reconocer si una persona o cosa es la misma que se supone o se busca”. En un sentido específico, usa el empleo de conocimientos científicos, procedimientos técnicos u operaciones prácticas para precisar de manera categórica e indubitable, la identidad de un individuo.

Figura 523

Estableciendo la identidad del individuo



Nota. La suma de características y rasgos que nos hacen únicos e individuales.

3) Identidad

Según el Diccionario de la Lengua Española (2025), proviene del latín tardío *identītas*, *-ātis*, y esta deriva del latín *idem* 'el mismo', 'lo mismo', que significa “cualidad de idéntico”. Cualidad anatómica que nos hace únicos y nos diferencia de los demás.

Figura 524

Identidad individual y colectiva



Nota. Todo lo que nos define como individuos únicos.

Entre los aspectos dinámicos y estáticos de la identidad personal Fernández (1997) precisa que “La identidad es el conjunto de datos biológicos y de atributos y características que, dentro de la igualdad del género humano, permiten distinguir indubitavelmente a una persona de todas las demás. Es decir, la identidad es “ser quien soy y no otro” o, dicho, en otros términos, “ser uno mismo y no otro”

Al respecto, el autor Fernández (1997) refiere que la identidad tiene dos tipos de componentes que constituyen una unidad inescindible; es decir, que no se pueden cortar o dividir, los cuales son:

- a) **La identidad estática**, como componente biológico, es la información genética que es única y singular, conformada por la clave genética (ADN) y las huellas dactilares, que permiten identificar a un ser humano sin el riesgo de confundirlo con otro.

Figura 525

Identificación por las impresiones papilares



Nota. Información hereditaria en los seres humanos.

Figura 526

Identificación por ADN



Nota. Información hereditaria en los seres humanos.

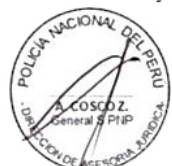
- b) **La identidad dinámica**, es el componente dinámico que es conformado por los atributos de la personalidad compuesto por las creencias, la cultura, la personalidad, la ocupación, la ideología, entre otros elementos que nos permiten identificar a la una persona en su entorno social.

Figura 527

Rasgos característicos que individualizan a la persona



Nota. Prevalece la identificación dinámica de la menor sobre filiación biológica.



4) Identificación policial

Es un conjunto de procedimientos técnicos que realiza el personal policial con el objetivo de establecer la identidad de una persona. Estos procedimientos incluyen la verificación de documentos, la toma de impresiones papilares y el uso de bases de datos especializadas.

Figura 528

Toma de impresiones dactilares, impresiones plantares e impresiones palmares



Nota. Procedimientos técnicos policiales.

5) Identificación criminalística

Consiste en la aplicación de procedimientos y métodos técnico-científicos realizados por personal especializado (peritos forenses) del Sistema Criminalístico Policial (SICRIPOL). Su finalidad es determinar la identidad de personas y cadáveres de manera categórica e indubitable, así como esclarecer casos criminales mediante el análisis de evidencias de interés papilar, como huellas latentes e impresiones dactilares obrantes en documentos cuestionados mediante el uso de diversas disciplinas forenses.

6) Identificación papiloscópica

Es un método científico basado en el análisis de las impresiones papilares (huellas dactilares, palmares y plantares) para establecer la identidad de un individuo. Se fundamenta en principios científicos como la perennidad, inmutabilidad y variedad de las crestas papilares. Es una de las técnicas más confiables y utilizadas en el ámbito forense y judicial para la identificación de personas.

7) Identificación facial

Es una disciplina, dentro de la criminalística, orientada al análisis de los rasgos anatómico faciales del rostro humano utilizando técnicas de comparación directa e indirecta. Su objetivo principal es establecer o confirmar la identidad de una persona a partir de características morfológicas únicas, convirtiendo al rostro en una fuente esencial de información pericial. Así como las crestas papilares son la base de estudio para la papiloscopía, el rostro y sus características individuales constituyen la fuente de estudio para la identificación facial.

8) Identificación odontológica

Es un proceso que se fundamenta en las particularidades anatómicas y morfológicas de la cavidad bucal, utilizando la dentición para determinar la identidad de una persona. Estas características permiten obtener información muy confiable porque cada característica de la cavidad bucal es única, registrando detalles como empastes, prótesis, caries, ausencia de dientes y la forma de las arcadas dentales.





4.1.2. Importancia

La identificación criminalística es crucial porque permite reconocer, identificar e individualizar personas involucradas en un hecho delictivo, sean autores o víctimas, lo que resulta determinante para el éxito de la investigación, la correcta administración de justicia y el cierre efectivo de casos, brindando tranquilidad a las familias afectadas y teniendo un efecto disuasivo para la prevención de futuros crímenes. Para alcanzar sus objetivos, se basa en técnicas científicas y diversas ciencias, entre ellas la papiloscopía, la identificación facial y la estomatología forense, las mismas que permiten establecer identidades únicas con un alto nivel de precisión, ya que su solidez metodológica y la validez de sus resultados, garantizan su respaldo legal, afianzando la confianza en las instituciones encargadas de impartir justicia.

Aspectos fundamentales de la identificación criminalística:

- 1) Identificación de autores y víctimas: permite determinar quién cometió el delito o quién es la víctima, constituyéndose en elementos básicos para toda investigación criminal.
- 2) Esclarecimiento del hecho: proporciona elementos objetivos que ayudan a vincular a un sospechoso con la escena del crimen, la víctima o el hecho delictuoso, estableciendo un medio probatorio fundamental para el desarrollo de un proceso judicial.
- 3) Cierre de casos: brinda identidad a víctimas no reconocidas, lo que permite resolver investigaciones pendientes, ofreciendo paz a las familias afectadas. Representando no solo un avance legal, sino también un paso significativo hacia la reparación emocional y social.
- 4) Prevención del delito: la identificación criminalística cumple una función preventiva al permitir identificar a los responsables de actos delictivos y llevarlos ante la justicia. Este proceso actúa como un mecanismo de disuasión, reduciendo la probabilidad de que otros individuos cometan delitos similares.
- 5) Base de la investigación: la determinación de la identidad de los involucrados constituye, en la mayoría de los casos, el punto de partida para desarrollar una investigación criminal sólida, efectiva y exitosa, toda vez que a partir de esta información esencial es posible establecer las líneas de investigación.
- 6) Obtención de pruebas indubitables: se utilizan métodos científicos basados en características innatas y únicas de cada individuo, como las impresiones dactilares a través de la papiloscopía o el perfil genético mediante el análisis de ADN. Estos procedimientos garantizan una identificación precisa y confiable, eliminando márgenes de duda y fortaleciendo el sustento probatorio en los procesos judiciales

4.2. La identificación como ciencia forense.

La identificación forense es la aplicación de la ciencia forense, integrando métodos, técnicas de las ciencias naturales y uso herramientas tecnológicas con el propósito de identificar individuos, esclarecer delitos y otros hechos de implicancia legal, aportando pruebas científicas que respalden los procesos judiciales, contribuyendo a la identificación de víctimas y/o autores. Su finalidad es contribuir al hallazgo de la verdad, respaldando legalmente las investigaciones y favoreciendo la correcta administración de justicia. Entre sus principales ramas destaca la identificación papiloscópica, que permite reconocer de manera indubitable a una persona mediante el análisis de sus crestas papilares, ya sean a través de huellas dactilares, palmares o plantares.

Asimismo, la identificación facial, que establece la identidad de una persona a partir de las características morfológicas del rostro; mientras que la estomatología forense, la misma que adquiere relevancia en contextos donde la anatomía papilar y facial presentan un estado avanzado de descomposición, carbonización o esqueletización, aprovechando la alta resistencia de las piezas dentales, que suelen permanecer intactas incluso en condiciones extremas. Cada una de estas especialidades aplica rigurosos métodos científicos para



analizar distintos tipos de indicios y evidencias, asegurando resultados objetivos y verificables en los procesos judiciales.

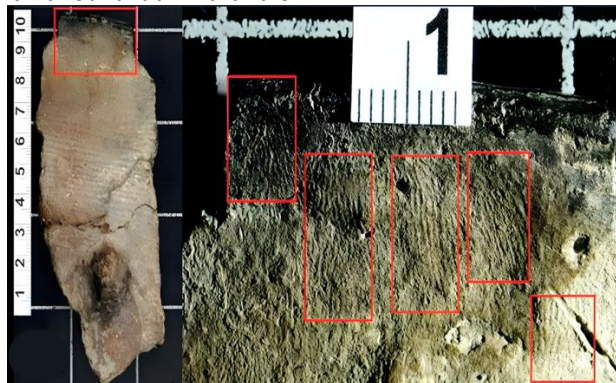
4.2.1. Historia de la identificación papiloscópica

1) Periodo antiguo

El uso de las impresiones papilares remonta sus orígenes en las civilizaciones antiguas, donde ya se utilizaban las huellas dactilares como medios de autenticación de documentos en sellos y en piezas de cerámica. Diversas evidencias arqueológicas demuestran que, en la antigua China, Babilonia y Egipto, se aplicaban impresiones de huellas dactilares con fines administrativos y comerciales, aunque en ese entonces no existía conocimiento científico sobre la unicidad e inmutabilidad de las huellas.

Figura 529

Huellas dactilares en las piezas de cerámica encontradas en el Canal del Avellaners



Nota. La identificación de un individuo en la edad de bronce. Miguez et al. (2016).

De igual manera, se ha comprobado que los hombres prehistóricos dejaron estampados en paredes y objetos, dibujos de sus dedos y palmas de sus manos, acompañados en muchos casos de representaciones gráficas. Aunque, no se conocen con exactitud las razones o circunstancias que motivaron esta práctica, se presume que pudo haber ocurrido de manera involuntaria. Estos vestigios arqueológicos se han encontrado en diversos lugares del mundo, como en las cuevas de Altamira en España, sitios rupestres en Egipto, las Islas Gavrinis en el norte de Francia, Stokis en Bélgica y Wyoming en Estados Unidos.

Figura 530

Pinturas rupestres en la Cueva de las manos en Santa Cruz, Argentina



Nota. Dibujos de los dedos y palmas dejados por hombres de la prehistoria, se desconoce si lo hicieron voluntariamente o involuntariamente; sin embargo, forman parte de la expresión cultural de los primeros asentamientos humanos.



2) Periodo empírico

Durante la Edad Media y el Renacimiento, se encuentran registros que evidencian el uso de huellas dactilares en contratos y otros documentos legales como una forma de autenticación. Sin embargo, en aquel periodo no se contaba con un método sistemático para su estudio ni se empleaban con fines de identificación personal. Se puede decir que fue en China donde se desarrolló esta práctica, como se observa en contratos inmobiliarios, testamentos y listados del ejército, lo que demuestra un uso administrativo más estructurado. De igual manera en Japón se promulgó una “ley interna” en el año 702 d.C., que establecía: “En caso de que un esposo no pudiera escribir, se permitía contratar a otro hombre para que redactara el documento, y después del nombre del esposo se estampaba la impresión dactilar de su dedo índice en lugar de su firma”.

3) Periodo anatómico

En este periodo los anatomistas de la época ya señalaban la naturaleza de las líneas papilares presentes en los pulpejos digitales. En este contexto, destaca el célebre anatomista y biólogo italiano Marcello Martillion Malpighi (1628-1694), considerado el padre de la histología, quien, valiéndose del microscopio, recientemente inventado en aquel tiempo, desarrolló métodos pioneros para estudiar organismos vivos y se le conoce como el fundador de la anatomía microscópica al sentar sus bases. Su trabajo marcó un hito en el conocimiento científico, permitiendo observar estructuras anatómicas, muchas de estas llevan hoy su nombre, como la capa de Malpighi ubicada en la piel, los corpúsculos renales y los túbulos renales.

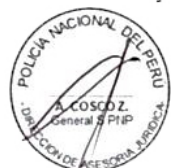
De igual forma, en 1688 Marcello Malpighi evidenció la presencia de las crestas papilares en la unión entre la dermis y la epidermis, observando su distribución en la piel surcada, las cuales incrementan la fricción entre la piel y las superficies con las que entra en contacto. Gracias a ello, las crestas papilares mejoran la tracción al caminar y facilitan la sujeción de objetos.

Jan Evangelista Purkinje (1787-1869), fue un destacado anatomista, botánico y fisiólogo experimental de nacionalidad checa, reconocido como pionero en la investigación científica en los campos de la histología, la embriología y la farmacología. Realizó importantes aportes al estudio de las crestas papilares, observando con detalle su estructura y función. En 1823, identificó los poros sudoríparos y desarrolló la primera clasificación sistemática de dactilogramas, organizándolos en nueve grupos según sus patrones morfológicos.

4) Periodo científico

El siglo XIX representa un punto de inflexión en la historia de la identificación humana, al marcar el inicio del estudio sistemático de las huellas dactilares. Durante este periodo, investigadores de países como el Reino Unido, Argentina, entre otros, utilizaron las impresiones de los diez dedos como un sistema de identificación personal categórico e indubitable. Entre ellos destacan:

- a) Sir William Herschel (1738-1822), astrónomo germano-británico, cuando se desempeñaba como administrador en Bengala, India, fue pionero en introducir la aplicación del método de identificación mediante impresiones dactilares, específicamente para evitar fraudes en contratos con los nativos, asegurar la identidad de contratistas de obras públicas y delincuentes reincidentes, utilizaba tinta oleosa de elaboración artesanal y estampaba las impresiones dactilares al pie de los documentos. Fue el primero en reconocer que las huellas dactilares poseen características únicas e inmutables, sentando las bases para la dactiloscopía como método de identificación.
- b) Henry Faulds (1843-1930), fue un médico, misionero y científico escocés, reconocido como precursor en el uso de las huellas dactilares para la identificación de personas. En 1880, envió una carta a la



revista Nature que fue publicada bajo el título "Sobre los surcos de la piel de la mano", convirtiéndose en el primer artículo científico dedicado a la clasificación dactiloscópica. En dicho artículo, Faulds describió sus observaciones sobre las huellas dactilares humanas y animales, así como las variaciones raciales en los patrones papilares. Además, describió cómo tomar impresiones utilizando tinta de imprenta e incluso propuso algunas conjeturas sobre el uso de huellas en la clasificación etnológica, la identificación forense de criminales y la determinación de la identidad mediante huellas de familiares. Uno de sus aportes más relevantes menciona los "surcos dactilares inmutables de criminales importantes", observando que las huellas dactilares podían utilizarse para atrapar delincuentes y sugiriendo como hacerlo. También ideó un método para registrar las impresiones de huellas dactilares de los diez dedos en tarjetas individuales mediante el uso de tinta.

- c) Sir Francis Galton (1822-1911), fue un antropólogo, meteorólogo, polímata, geógrafo, inventor, meteorólogo, psicólogo, estadístico, eugenista y explorador británico. Inspirado por los estudios científicos de Henry Faulds y las aplicaciones prácticas de William Herschel, Galton centró su atención en el estudio de las huellas dactilares. En 1888, desarrolló un sistema dactiloscópico estructurado y estableció los tres principios fundamentales que sustentan la identificación papilar: inmutabilidad, al señalar que las huellas no cambian con el tiempo, únicamente crecen proporcionalmente al desarrollo físico; perennidad, al establecer que permanecen inalterables durante toda la vida e incluso después de la muerte; y variedad, al demostrar científicamente que no existen dos impresiones iguales. Su trabajo, publicado en 1892 bajo el título *Fingerprints*, demostró de manera científica que las huellas dactilares poseen características únicas y permitiendo su incorporación en el ámbito forense.
- d) Sir Edward Richard Henry (1850-1931), de nacionalidad británica, en 1891, fue designado inspector general de la Policía de Bengala en la India, donde sustituyó el método antropométrico de Alphonse Bertillón, conocido como Bertillonaje por la identificación dactiloscópica; introduciéndola en el departamento de policía de Bengala. Posteriormente, entre 1896 y 1897, desarrolló el sistema de clasificación anglosajón o inglés, un método que facilitaba la organización y búsqueda eficiente de registros de huellas dactilares. Su eficacia llevó al gobierno de la India a adoptarlo y decretarlo oficialmente por su simplicidad y bajo costo; y en poco tiempo otras fuerzas policiales comenzaron a implementarlo. En 1901, este sistema se introduce plenamente en Inglaterra y Gales, dando lugar a la creación del buró de huellas dactilares de la Policía Metropolitana, el primero en Gran Bretaña, evitando que los delincuentes ocultaran condenas previas de la policía, los tribunales y las prisiones. Así mismo, se le atribuye la incorporación a su sistema la clasificación de huellas con tres deltas a finales del siglo XIX, en dicho sistema las huellas con tres deltas pertenecen al tipo "verticilo accidental", categoría creada para incluir patrones complejos que no encajaban con los demás grupos de clasificación.
- e) Juan Vucetich Kovacevich (1858-1925), de origen croata y nacionalizado argentino, laboró en el departamento central de la Policía de Buenos Aires. El 01 de septiembre de 1891, implementó por primera vez las primeras fichas de identificación por huellas dactilares, fecha que fue establecida como el día mundial de la criminalística en su honor. Cataloga los grupos dactilares en 101 tipos denominando a su sistema Ignofalangometría, que significa medición de la figura de la falange; aunque después los reduce a solo cuatro tipos fundamentales que se diferenciaban en función de una figura denominada delta, denominados: arco, presilla interna, presilla externa y verticilo. Logrando así crear el sistema de clasificación de huellas dactilares más perfecto e implementar un método universalmente reconocido para la individualización de personas y encontrando la fórmula verdadera; cabe mencionar, que Juan Vucetich fue quien identificó y describió originalmente el "verticilo accidental" dentro de su sistema dactiloscópico, señalando que es el único dactilograma con tres deltas (tridelto).



- f) Federico Olóriz Aguilera (1855-1912), fue un destacado investigador, anatomista y médico español, reconocido por haber desarrollado un sistema propio de identificación dactilar que se utilizó en España y Portugal, antes de la llegada de los sistemas informáticos. Inspirado en el modelo de Juan Vucetich, Olóriz introdujo modificaciones que mejoraron la clasificación y búsqueda de registros dactiloscópicos. Su sistema agrupaba a los dactilogramas en cuatro tipos fundamentales, clasificados según la ausencia o presencia del delta: adeltos, dextrodeltos, sinistrodeltos y bideltos. Para lograr una clasificación más detallada, identificó y nombró hasta diez características propias de las huellas dactilares, lo que redujo significativamente el número de comparaciones necesarias en la identificación de individuos. Además, innovó al proponer un método de representación alfanumérica de las fórmulas dactiloscópicas en forma de quebrados o líneas cartesianas. Su aporte fue tan sólido que, aún en la actualidad, peritos papiloscópicos de la Dirección de Criminalística PNP continúan aplicando su sistema de identificación.

Figura 531

Destacados representantes que aportaron a la historia de la identificación papiloscópica



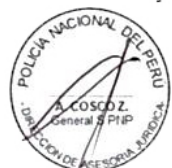
Nota. (A) Marcello Martillion Malpighi, (B) Jan Evangelista Purkinje, (C) Sir William Herschel, (D) Dr. Alfonso Bertillon, (E) Sir Francis Galton, (F) Sir Edward Richard Henry, (G) Juan Vucetich Kovacevich, (H) Federico Olóriz Aguilera.

5) Período tecnológico

Con el avance de la informática y la automatización, la identificación papiloscópica experimentó una transformación significativa. La creación de sistemas como AFIS (*Automated Fingerprint Identification System*), en español Sistema Automatizado de Identificación Dactilar, permitió almacenar y comparar las huellas dactilares con gran rapidez, precisión y fiabilidad, optimizando los procesos de investigación e identificación de personas. Posteriormente, la integración de la inteligencia artificial y la biometría potenció aún más estas herramientas, elevando la papiloscopía a un nivel de eficiencia sin precedentes en el ámbito de la identificación forense moderna. Estos avances no solo agilizan la identificación de personas, sino también gracias a esta evolución tecnológica, la papiloscopía mantiene su vigencia y relevancia en los sistemas modernos de justicia y seguridad a nivel global.

4.2.2. Desarrollo de la identificación biométrica en la Policía Nacional del Perú.

- 1) El 01 de febrero de 1892, durante el gobierno del coronel EP Remigio Morales Bermúdez, se inician las labores de la especialidad de identificación en la Oficina Central de Policía, anexa a la Subprefectura de Lima, con la misión de identificar a las personas naturales mediante el empleo del sistema antropométrico, conocido también como el método de Alfonso Bertillón, que consistía en medir las diversas partes anatómicas del cuerpo humano.
- 2) El 15 de abril de 1915, mediante resolución suprema emitida por el gobierno de don Óscar R. Benavides Larrea, se dispuso la sustitución del sistema antropométrico por el sistema dactiloscópico del argentino Juan Vucetich Kovacevich.
- 3) El 09 de abril de 1924, durante el gobierno de don Augusto B. Leguía Salcedo, se llevó a cabo la sustitución del sistema dactiloscópico de Juan Vucetich Kovacevich por el desarrollado por el español Federico Olóriz Aguilera.
- 4) La aplicación de ese sistema de identificación de Federico Olóriz Aguilera fue encomendada a la Sección de Dactiloscopia, perteneciente al Cuerpo General de Investigaciones. Esta unidad contaba con una estructura integrada por las áreas de: Laboratorio de Técnica Policial, Archivo Dactiloscópico, Sección de Fichamiento y Gabinete Fotográfico.
- 5) A partir de 1938, el sistema dactiloscópico español experimentó diversas modificaciones a consecuencia de la práctica y las observaciones realizadas por peritos peruanos, quienes comenzaron a integrar y adaptar estas experiencias con el sistema español, motivados por la necesidad de resolver múltiples desafíos que presentaba la identificación humana. Generando de dichos conocimientos la implementación de la clasificación dactiloscópica con cinco tipologías (adeltos, dextrodelto, sinistrodelto, bideltos y trideltos).
- 6) Posteriormente, durante el gobierno del Dr. José Luis Bustamante y Rivero, el 15 de septiembre de 1948, la Jefatura de Investigaciones fue elevada a la categoría de Dirección General, creándose en el marco de esta reorganización la División de Investigación Criminal y Criminalística.
- 7) Durante los años 1965, 1967, 1969, 1987, 1989 y 1997, la unidad policial encargada de los procesos de identificación experimentó diversas denominaciones y categorías. Finalmente, mediante el Decreto Supremo N° 016-2002-IN, del 29 de noviembre de 2002, se restituyó la denominación de Dirección Criminalística, incorporando en su estructura, la División de Identificación Criminalística. Esta unidad especializada tiene como misión fundamental identificar a personas naturales y proporcionar información técnico-científica en apoyo a la investigación policial, el Poder Judicial, el Ministerio Público, el Registro Nacional de Identificación y Estado Civil (RENIEC), la Oficina Nacional de Procesos Electorales (ONPE), Organización Internacional de Policía Criminal (INTERPOL), organismos de inteligencia y otras autoridades competentes.
- 8) En abril de 2012, con el apoyo del gobierno de turno, el Ministerio del Interior suscribió un convenio con la Canadian Commercial Corporation para la adquisición del Sistema Automatizado de Identificación Dactilar (AFIS Criminal), destinado a la División de Identificación Criminalística. A partir de esta fecha, se dio inicio al desarrollo del proyecto por etapas, con la instalación inicial de seis sedes remotas en Lima Metropolitana y el Callao, y ocho sedes remotas en provincias, entrando en funcionamiento y operación el 16 de agosto de 2013.
- 9) En la actualidad, el estudio papiloscópico forense en el Perú, utilizado para determinar la identificación plena de las personas, se fundamenta en los estudios de dos precursores: Juan Vucetich Kovacevich con su sistema basado en los núcleos y Federico Olóriz Aguilera con su sistema basado en los deltas; ambos estudios se complementan aportando un mayor campo de estudio en la dactiloscopia, logrando



obtener la individualización precisa de los dactilogramas, debido a las características morfológicas únicas que presentan.

4.2.3. Anatomía de la piel humana

La piel, considerada el órgano más extenso del cuerpo humano, está conformada por tres capas anatómicas principales: epidermis, dermis e hipodermis. Cada una de ellas cumple funciones específicas que, en conjunto, garantizan la protección y el correcto funcionamiento del organismo. Estas capas actúan como una barrera física y biológica frente a agentes externos, contribuyen a la regulación de la temperatura corporal, permiten la percepción sensorial mediante terminaciones nerviosas especializadas, facilitan los procesos de excreción y brindan defensa inmunológica. Además, la piel funciona como un reservorio sanguíneo que ayuda a mantener la homeostasis y participa activamente en la síntesis de vitamina D, esencial para el metabolismo óseo.

1) Epidermis

La epidermis es la capa externa de la piel y se caracteriza por ser relativamente delgada pero altamente resistente, lo que le permite cumplir una función esencial como barrera protectora. Está compuesta principalmente por queratinocitos, células especializadas en producir queratina, una proteína que otorga firmeza y protección frente a factores externos. Su parte más superficial, denominada capa córnea o estrato córneo, posee una estructura compacta y es relativamente impermeable, evitando la entrada de microorganismos patógenos como bacterias, virus y otros agentes externos potencialmente dañinos. Además, esta capa contribuye a reducir la pérdida de agua transepidérmica, ayudando a mantener la hidratación y la integridad cutánea.

2) Dermis

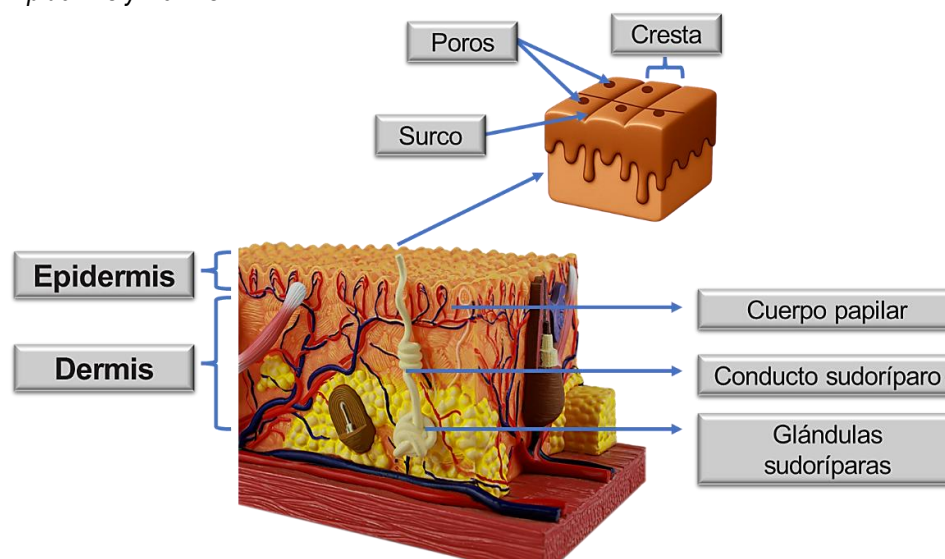
La dermis es la capa intermedia de la piel y se caracteriza por su estructura de tejido fibroso y elástico, que le proporciona firmeza, resistencia y flexibilidad. Está compuesta principalmente por fibras de colágeno, responsables de la fortaleza estructural, y en menor proporción por fibras de elastina que le otorgan a la piel su flexibilidad y consistencia. Esta capa cumple un papel fundamental en la nutrición y soporte de la epidermis, ya que alberga una red de vasos sanguíneos que suministran oxígeno y nutrientes, también participa en la regulación térmica del organismo. Asimismo, contiene terminaciones nerviosas sensoriales que permiten percibir estímulos como el tacto, la presión, el dolor y la temperatura, garantizando la interacción con el entorno. En la dermis también se encuentran glándulas sudoríparas y sebáceas, encargadas de mantener la humedad y proteger la superficie cutánea, así como folículos pilosos que contribuyen a funciones protectoras.

3) Hipodermis

También denominada tejido subcutáneo o fascia subcutánea, es la capa más profunda de la piel, está formada por una capa de tejido adiposo y tejido conectivo laxo. Su función principal es amortiguar, aislar y proteger estructuras internas. No interviene en la formación directa de los dibujos papilares, sin embargo, mantiene la estabilidad de las capas superiores.



Figura 532
Epidermis y Dermis



Nota. La epidermis es una capa que forma la superficie externa de la piel y la dermis es la capa intermedia de tejido fibroso y elástico ubicada justo debajo de la epidermis.

4) Formación de crestas y surcos papilares

Los pulpejos digitales, también denominados almohadillas carnosas, están situados en los extremos de las falanges primera, segunda y tercera de los dedos, tanto en la superficie palmar como en la plantar. Estas se encuentran completamente recubiertas por crestas y surcos interpapilares, que se distribuyen de manera única y compleja en la capa superficial de la piel, conformando patrones irrepetibles y variados. Las formaciones de las crestas papilares, se observan en el desarrollo fetal durante la etapa embrionaria. Esta característica temprana y estable hace de los pulpejos digitales, un elemento de gran valor, permitiendo la identificación de las personas, ya que sus particularidades permanecen inalterables a lo largo de la vida.

a) Embriología de las crestas papilares

Las huellas dactilares se originan alrededor del cuarto mes de vida intrauterina y completan su definición hacia el sexto mes durante la etapa prenatal, es en ese momento cuando comienza a definirse la estructura de las crestas papilares en las yemas de los dedos. Durante este periodo, la capa intermedia de la piel en las yemas de los dedos crece con mayor rapidez que las capas externa e interna, generando una presión que da lugar a la formación de las crestas papilares. La configuración final de estos patrones es única en cada individuo y está determinada por múltiples factores, entre ellos la composición del líquido amniótico, la presión intrauterina y los estímulos mecánicos generados por el contacto del feto con su entorno.

b) Fisiología de las crestas papilares.

La función principal de las crestas papilares es elevar los conductos de las glándulas sudoríparas, permitiendo la liberación eficiente de sus secreciones hacia la superficie de la piel. Esta constante humedad en la zona palmar cumple un papel esencial en la generación de fricción, lo que incrementa la adherencia, permitiendo sujetar y manipular objetos. Además de su importancia funcional, estas estructuras contribuyen a la sensibilidad táctil fina, optimizando la percepción del entorno mediante el contacto, representando un rasgo anatómico de gran relevancia en la actividad humana.

Figura 533*Fisiología de las crestas papilares*

Nota. Se forman durante el desarrollo fetal; dando origen a las huellas dactilares.

5) Dibujo papilar

Está constituido por crestas dérmicas, que son estructuras en alto relieve, y surcos interpapilares, que corresponden a las zonas en bajo relieve, presentes en la piel de las yemas de los dedos, las palmas de las manos y las plantas de los pies. La combinación de estos elementos da lugar a patrones únicos y característicos, cuya denominación varía según la región anatómica en la que se encuentren. Así, los patrones ubicados en las yemas de los dedos se denominan dactilogramas; los de las palmas de las manos, quirogramas; y los de las plantas de los pies, pelmatogramas. Además, los dibujos papilares pueden clasificarse en diferentes tipos de acuerdo con su morfología y disposición estructural, lo que permite establecer criterios técnicos precisos para su análisis e interpretación científica.

a) Natural

Son los dibujos con los que el ser humano nace y que se mantienen inalterables a largo de toda la vida. Se localizan principalmente en las falanges de los dedos, las palmas de las manos y las plantas de los pies, formando patrones únicos e irrepetibles en cada individuo. Estas configuraciones empiezan a desarrollarse de manera natural en los pulpejos digitales alrededor del sexto mes de vida intrauterina, definiéndose completamente antes del nacimiento. Su carácter permanente y resistente permite que se conserven incluso después de la muerte, persistiendo en casos de descomposición avanzada o momificación, lo que les otorga un valor forense excepcional para la identificación humana.

Figura 534*Ejemplos de dibujo papilar natural*

Nota. Aparecen en forma natural en los pulpejos digitales y permanecen hasta la muerte e incluso durante el proceso de putrefacción.



b) Artificial

Corresponden a la reproducción fiel de un dactilograma natural sobre una superficie adecuada, mediante la aplicación de técnicas y el empleo de elementos artificiales; para ello se utilizan diversos materiales, como tinta, papel, fotografía, lectores ópticos, escáneres, dibujos, entre otros. Esta reproducción gráfica puede realizarse con fines didácticos, periciales o de investigación científica, y recibe el nombre de dactilograma, quirograma o pematograma, dependiendo de la zona anatómica que se represente. En términos prácticos, este procedimiento consiste en entintar el dactilograma natural e imprimirlo sobre una superficie idónea, conservando las características únicas del patrón original.

Figura 535*Reproducción de dactilogramas naturales*

Nota. Impresiones dactilares de tipología bidelto.

c) Latente

Corresponden a aquellas impresiones que, son generalmente invisibles y se dejan de manera involuntaria cuando las palmas de las manos, los dedos o los pies entran en contacto con una superficie adecuada. Estas huellas se forman gracias a la transpiración cutánea, que libera el sudor y sustancias sebáceas, así como por otros compuestos presentes en la piel o transferidos desde el entorno. Al depositarse sobre objetos o superficies, el dactilograma natural queda marcado, aunque su visualización directa sea imperceptible al ojo humano. Para hacer visible este tipo de impresión, es necesario aplicar reactivos físicos o químicos específicos, que permiten revelar y fijar los detalles de las crestas papilares.

Figura 536*Ejemplos de huellas latentes en distintas superficies*

Nota. Las huellas latentes generalmente son invisibles dejadas de manera involuntaria al tocar un objeto o superficie.



6) Crestas papilares

Son figuras congénitas en alto relieve que se localizan en la epidermis, específicamente en las yemas de los dedos, las falanges, y las superficies palmares y plantares. Estas figuras no siguen un patrón completamente regular; por el contrario, adoptan trazos y dimensiones diversas, lo que genera configuraciones únicas en cada individuo. Dentro de estas particularidades se identifican los denominados “puntos característicos” o “minucias” que, al ser examinadas con atención, se evidencia que una cresta papilar no es una línea continua, sino una serie de segmentos interrumpidos por diminutos orificios llamados “poros”, responsables de la secreción del sudor.

Figura 537
Crestas papilares



Nota. Figuras congénitas que se presentan en alto relieve.

a) Puntos característicos

Son las características diminutas, detalles específicos y únicos presentes en la estructura de la huella dactilar, cuya morfología y disposición resultan fundamentales para determinar la identidad de una persona. Estos elementos comprenden terminaciones, bifurcaciones, cruzamientos, desviaciones y puntos de referencia, los cuáles pueden orientarse en múltiples direcciones, generando patrones exclusivos a cada individuo. También reciben el nombre de peculiaridades o minucias, y se organizan en una clasificación determinada que permite su estudio y aplicación durante los procesos de análisis comparativo papilar. La comparación de puntos característicos es un procedimiento que a través de la observación detallada admite determinar si existe coincidencia o discrepancia entre las huellas, permitiendo establecer la identidad de una persona.

Poseen las siguientes características:

- i) Únicos: cada impresión o huella papilar tiene un conjunto único de puntos característicos.
- ii) Permanentes: los puntos característicos no cambian con el tiempo solo aumentan de volumen.
- iii) Inmutables: los puntos característicos no se alteran por lesiones o enfermedades.
- iv) Universales: los puntos característicos se encuentran en toda impresión o huella papilar.

Estos puntos característicos pueden clasificarse en diversas formas según su morfología y disposición dentro del diseño papilar. Entre los más representativos se encuentran:

- i) Bifurcación: una cresta se parte en dos (se divide).
- ii) Abrupta: una línea termina en uno o ambos extremos.



- iii) Continua: cresta papilar que recorre de un extremo a otro en el dactilograma.
- iv) Desviada: crestas que recorren en sentido contrario en ambos extremos.
- v) Fragmento: cresta de pequeña longitud.
- vi) Ensamble: se aprecia tres crestas abruptas, dos corren en un mismo sentido y la tercera lo contrario encajando en las dos anteriores.
- vii) Punto: señal de dimensión pequeña, ordinariamente circular.
- viii) Interrupción: cresta que sufre una interrupción para luego reaparecer en su curso.
- ix) Microforma: crestas fragmentadas que presenta en el dactilograma (pliegue de fricción).
- x) Ojal o encierro: es el espacio elíptico por las ramas de una cresta bifurcada y cerrada por convergencia, puede ser pequeños o grandes.
- xi) Transversal: cresta que corre paralela, en cualquier parte de la impresión se desvía, interrumpiendo una cresta y retorna su dirección original.
- xii) Unión: cresta papilar corta de dirección oblicua, fusionada por sus extremos con otras dos que corren paralelas, formando vértices de ángulos en sus extremos de fusión.
- xiii) Horquilla (vuelta): Una línea se une a otra sin formar un ángulo.
- xiv) Secante: dos crestas papilares se cortan entre sí, en forma de aspa.

Figura 538

Representación de un dactilograma con catorce puntos característicos

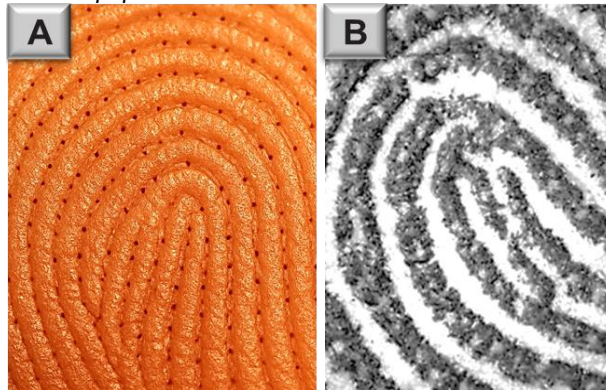


Nota. Diversos puntos característicos utilizados para el estudio dactiloscópico. Ilustración tomada como referencia y adaptada del Manual de Identificación de la Policía de Investigaciones del Perú, en adelante PIP (1983).

b) Poros sudoríparos

Si se observa una cresta papilar, comprobamos que lo que parece una línea ininterrumpida es, en realidad, una sucesión de líneas discontinuas interrumpidas por diminutos orificios denominados poros, los cuales siguen la directriz de la cresta papilar. Estos poros corresponden a la abertura de las glándulas sudoríparas, que se originan en la dermis y atraviesan la epidermis hasta alcanzar la superficie cutánea. Su función principal es segregar sudor, contribuyendo a mantener la humedad de la piel, facilitando procesos como la fricción y la termorregulación. Al ser observados bajo el microscopio, los poros muestran una gran diversidad morfológica, sin presentar formas idénticas entre sí; es decir, los poros tienen distintas formas, no iguales ni semejantes entre sí. Su tamaño también es variable, y se ha constatado que, en promedio, los poros masculinos tienden a ser de mayor diámetro que los femeninos. Dicho diámetro suele oscilar entre 80 y 250 milésimas de milímetro.

Figura 539
Crestas papilares



Nota. Presencia de pequeños orificios que serían los poros, (A): en un dibujo papilar natural y (B): en uno artificial.

c) Surcos interpapilares

Son espacios congénitos en bajo relieve que se disponen de forma longitudinal y separan las crestas papilares. Estas estructuras se localizan en el tejido epidérmico de los pulpejos de las falanges digitales, así como en las regiones palmar y plantar. Su presencia es constante desde la etapa embrionaria y desempeña un papel fundamental en la definición del patrón papilar único de cada individuo y delimita las crestas.

Figura 540
Imagen dactilar artificial



Nota. Espacio en bajo relieve denominado surco.



d) Impresión papilar

También denominada impresión digital, esta figura corresponde a la marca que dejan las falanges de los dedos, las palmas de las manos o las plantas de los pies al ser previamente entintada y aplicada sobre una superficie adecuada, generalmente papel o superficies claras. Su obtención se realiza mediante técnicas especiales que aseguran la nitidez y fidelidad del patrón papilar, lo que permite su uso en diversos ámbitos tanto artísticos como documentales. En el campo forense, constituye una herramienta fundamental para la identificación humana.

Figura 541
Impresiones decadactilares



Nota. Impresiones dactilares que se deja previo entintado de los dedos sobre cualquier superficie clara.

e) Huella papilar

También conocida como huella digital, es la marca generalmente invisible que se deja sobre una superficie pulida u objeto al entrar en contacto con la piel humana, mayormente de forma circunstancial, involuntaria e inadvertida.

Figura 542
Huella dactilar generalmente invisible



i) Huellas papilares visibles

Son las huellas papilares visibles a simple vista bajo la luz ordinaria. Se forman cuando los dedos, palmas de la mano o plantas del pie, tras entrar en contacto con sustancias como tinta, pintura, grasa, hollín, sangre u otras sustancias similares, tocan superficies planas, lisas o porosas, como vidrio, papel, metal, entre otras.

Figura 543
Huellas papilares visibles



Nota. Se forman cuando tocan superficie plana, lisa o porosa con mancha de sangre u otro componente que se halla en la escena del crimen.

ii) Huellas papilares semi invisibles

Son huellas papilares que se producen cuando un dedo, palma o planta del pie entra en contacto con una superficie lisa o pulida, como vidrio, láminas, entre otras. Su dactilograma se puede apreciar de forma parcial o total.

iii) Huellas papilares invisibles

También conocidas como huellas latentes, reciben esta denominación debido a que, por su condición no son perceptibles a simple vista. Se originan a partir de las secreciones naturales de la piel, principalmente el sudor y materia sebácea, que para su revelado y visualización requieren del uso de reactivos físicos y químicos.

Figura 544
Huellas semi visibles e invisibles



Nota. Se producen por contacto con una superficie lisa o pulida.

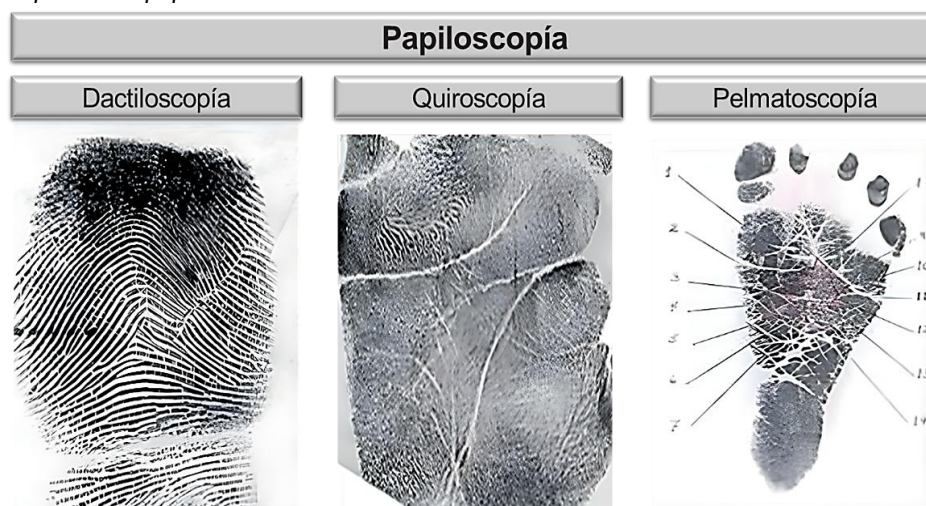


4.2.4. Papiloscopía ²⁵**1) Concepto**

Papiloscopía, que deriva del latín *papilos*, que significa “papila o prominencia” y del griego *skopien*, que significa “examinar, mirar u observar”; por lo que, significa literalmente “observar las papilas”. Es la ciencia que estudia la morfología papilar o de las crestas papilares con fines de identificación humana. También es conocida como lofoscopia, término que procede de las voces griegas *lofos*, que significa “cresta, relieve, saliente o promontorio” y *skopein*, que significa “examinar, mirar u observar”. Este último término, junto con toda la terminología utilizada en España, fue acuñado por el español Florentino Santamaría Beltrán, quien fue jefe de identificación de la Guardia Civil Española.

La papiloscopía entonces, es la ciencia que estudia la morfología papilar, con fines de identidad personal. Dicha morfología se presenta con características similares en las falanges de los dedos (dactiloscopía), en las palmas de las manos (quiroscofia), en las plantas de los pies (pelmatoscofia). Asimismo, incluye el estudio de una zona complementaria, aún no sistematizada, conocida como poroscofia, que se enfoca en el análisis de los poros sudoríparos presentes sobre las crestas.

Figura 545
Impresiones papilares



Nota. La ciencia papiloscópica estudia la morfología papilar con fines de identidad en sus tres ciencias auxiliares como la dactiloscopía, quiroscofia y pelmatoscofia.

2) Fundamentos científicos

Los diseños papilares que se visualizan en las falanges de los dedos, las palmas de las manos y las plantas de los pies, poseen una característica fundamental: permanecen inalterables durante toda la vida del individuo. No se modifican de manera permanente por causas voluntarias ni involuntarias; es decir, constituyen el celoso guardián de la identidad del ser humano durante toda su vida, manteniéndose incluso después de la muerte, hasta que la putrefacción cadavérica, provoca la descomposición total de los tejidos que los contienen. Cuando se producen lesiones superficiales que afectan únicamente a la epidermis, la piel tiene la capacidad de regenerarse, pues su constitución celular se renueva

25 Redactado por: Cap. PNP Maryluz Izaura Ordoñez Rodríguez; SS PNP José Camilo Galarreta Velásquez; SB PNP Percy Jesús Rojas Cantorín; SB PNP César Augusto Ágreda Pérez; ST1 PNP Edgar Ramírez García; ST2 PNP Jorge Williams Lorenzo Cuzcano y ST2 PNP Ronal Jesús Vidal Cueva.

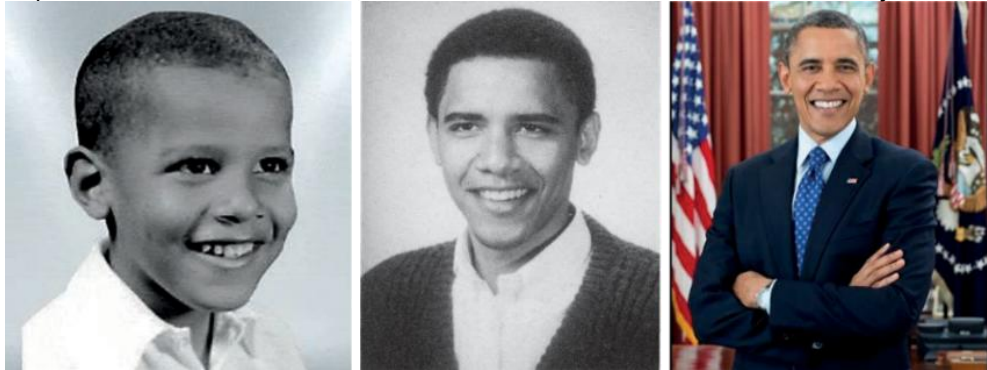
constantemente, conservando intacto el diseño original. El dibujo papilar no se altera estructuralmente con el paso del tiempo; solo incrementa su volumen con el crecimiento.

a) Inmutabilidad

Se refiere a que los dibujos papilares no se modifican, esto significa que, biológicamente, no experimentan cambios en su diseño original, ni en su forma, disposición o dirección; por lo cual, se mantienen siempre igual durante todo el ciclo de vida de la persona, pues solo aumentan de volumen producto del crecimiento corporal, convirtiéndolo en un marcador individual único e irrepetible. No obstante, esta permanencia solo se ve comprometida en casos de lesiones profundas en la dermis, donde puede producirse una destrucción irreversible del patrón papilar, reemplazándose por una cicatriz, generando una marca distintiva que, a su vez, puede ser utilizada como elemento identificador.

Figura 546

Expresidente de Estados Unidos, Barack Hussein Obama II de niño, adolescente y adulto



Nota. Los dibujos papilares no cambian solo aumentan de volumen con el crecimiento.

b) Perennidad

Los diseños papilares empiezan a formarse aproximadamente en el cuarto mes de vida intrauterina y terminan su estratificación hacia el sexto mes de gestación. Estos patrones nacen con el individuo y permanecen inalterables durante toda su vida e incluso después de su fallecimiento. Su permanencia después de la muerte depende de diversos factores, como las condiciones climáticas, el estado de conservación del cadáver y las causas del óbito, entre otros elementos que pueden influir en su preservación. Las improntas papilares acompañan al individuo durante todo su ciclo vital, desde la vida uterina, pasando por el nacimiento, a lo largo de su existencia hasta la muerte y aún más allá.

Figura 547

Un ser humano durante el cuarto mes de vida intrauterina, una momia humana y un pulpejo acartonado



Nota. Los dibujos papilares permanecen durante toda la vida e incluso después de la muerte y aún más allá en los cadáveres momificados.

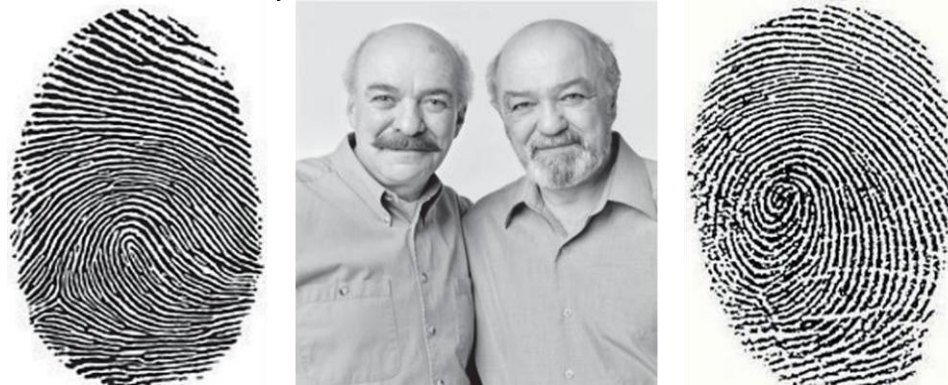


c) Variedad

Consiste en la variedad de los dibujos papilares, estos patrones no se repiten jamás de forma idéntica en dos individuos, ni siquiera entre los dedos de la misma mano, ya que cada dedo, región palmar o plantar presenta un dibujo papilar propio, único e irrepetible. Esta exclusividad está respaldada por el principio de mismidad, el cual establece: “que toda huella dactilar es única y propia de un individuo, manteniéndose invariable a lo largo del tiempo y siendo, al mismo tiempo igual a sí misma e intrínsecamente diferente a las de cualquier otro ser humano”. La unicidad de las improntas papilares trasciende incluso la relación genética, no existen dos diseños iguales entre ascendientes o descendientes, ni en gemelos univitelinos, ni tampoco existen dos iguales en una misma persona.

Figura 548

Dos personas parecidas y sus impresiones dactilares del mismo dedo diferentes.



Nota. Personas que presentan las mismas características físicas; sin embargo, presentan diferentes tipologías dactilares.

3) Dactiloscopía

La palabra dactiloscopía es un término que procede de las voces griegas *dáktilos*, que significa “dedos” y *skopein*, que significa “observar, mirar o examinar”. Según Juan Vucetich Kovacevich (1891, citado en Sosa, 2009), “es la ciencia que se propone identificar a las personas físicamente consideradas por medio de la impresión o reproducción física de los dibujos formados por las crestas papilares en las yemas de los dedos de las manos”.

Originalmente, Vucetich denominó a este sistema “icnofalangometría”, que significa medición de las falanges de los dedos. Sin embargo, en 1894, se sustituyó al actual término “dactiloscopía”, según la propuesta del doctor Francisco Latzina, por considerarse más adecuado y representativo de su objeto de estudio.

Oloriz Aguilera, citado en Manual de Criminalística (2010) definió la dactiloscopía como “el examen de los dibujos papilares visibles en la yema de los dedos de las manos, con el objeto de reconocer a las personas”. En conclusión, esta es la ciencia que permite la identificación física de manera indubitable, categórica y fehaciente de una persona, a través del estudio minucioso de los dibujos formados por las crestas papilares y los surcos interpapilares presentes en las tres falanges de los dedos de la mano.

La eficacia de la dactiloscopía radica en la unicidad, inmutabilidad y perdurabilidad de los patrones papilares, dado que el uso de impresiones dactilares, por su forma de obtención, clasificación y archivo, la posiciona como el medio más viable, práctico, preciso y económico para la identificación humana.



a) Dactilograma

Es el conjunto anatómico de las crestas papilares que se localizan en los dedos y que se utiliza como un medio preciso para la identificación individual. Estos patrones presentan una configuración única para cada persona y son observables en la cara volar de las falanges de los dedos. Presentan una característica morfológica propia de la piel humana, formada por crestas, poros sudoríparos y surcos interpapilares. Es el estampado del dibujo dactilar y su representación gráfica con fines didácticos. También se puede definir, como el dibujo formado por las crestas papilares y surcos existentes entre ellas, que se encuentran en la yema de los dedos de las manos. Este patrón, al ser transferido a una superficie, puede generar una impresión o reproducción gráfica que conserva sus rasgos morfológicos con precisión.

Figura 549

Un dactilograma artificial y un dactilograma natural



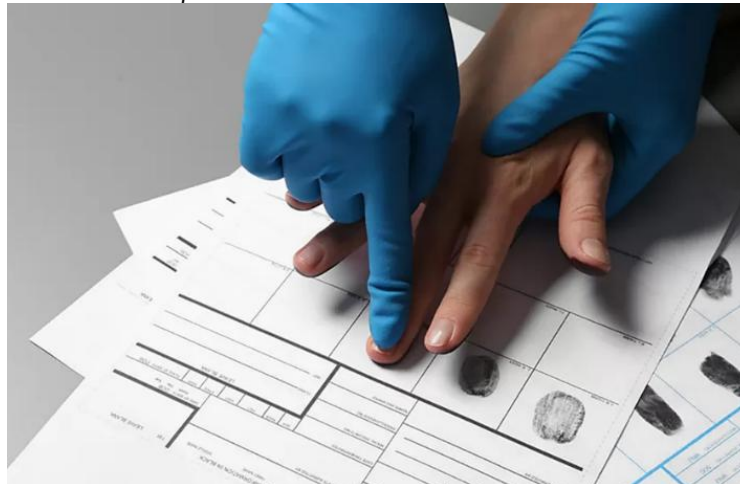
Nota. Conjunto anatómico de las crestas papilares que se presentan en los dedos de la mano.

b) Impresión dactilar

La impresión dactilar es la reproducción voluntaria, involuntaria o artificial de los dibujos papilares presentes en los dedos de la mano, conocidos como dermatoglifos, sobre una superficie determinada. Se trata de una impresión, generalmente tomada mediante el uso de tinta, de los surcos y crestas de la piel de los dedos, utilizada para la identificación personal.

Figura 550

Toma de una impresión dactilar



Nota. Toma de impresiones dactilares de manera voluntaria del dedo de la mano con fines de estudio de homologación dactilar.



c) Huella dactilar

Las huellas dactilares, también conocidas como huellas latentes o marcas dactilares, son las dejadas por los dedos al tocar una superficie, ya sea de forma voluntaria o involuntaria; asimismo, pueden ser visibles, semi visibles o invisibles dependiendo del soporte. Estas huellas se producen por la transferencia de sudor, grasa u otras sustancias presentes en la piel, a menudo, no son visibles a simple vista, lo cual es importante porque pueden revelar la presencia física de un sospechoso en el lugar de los hechos. Para su visualización se requiere del uso de reactivos químicos o físicos.

Figura 551

Huella dactilares dejadas: a la izquierda, sobre superficie de porcelana y a la derecha, en un vaso de vidrio



Nota. Huellas dactilares dejadas de manera involuntaria sobre superficies de objetos, para su respectivo estudio de homologación dactilar, ambas obtenidas con reactivos.

d) Sistemas de crestas papilares

Son las tres limitantes que da la configuración de la tipología entre el sistema basilar, nuclear y marginal dentro del dactilograma.

i) Clases de sistemas

(1) Sistema marginal

Está constituido por el conjunto de crestas que forman el margen del dactilograma. Estas crestas se originan de un costado del dibujo, ascienden arqueándose hacia la zona ungueal, que corresponde al margen superior, y luego descenden, tendiendo a desaparecer por el costado opuesto. La limitante marginal se identifica como la cresta más inferior del sistema marginal.

(2) Sistema nuclear

Está conformado por el conjunto de crestas situadas en la región central del dactilograma, entre los sistemas basilar y marginal. A diferencia de los otros sistemas, este no se presenta en todos los casos, ya que su existencia depende de la configuración particular de cada huella. La limitante nuclear es la cresta más externa del sistema

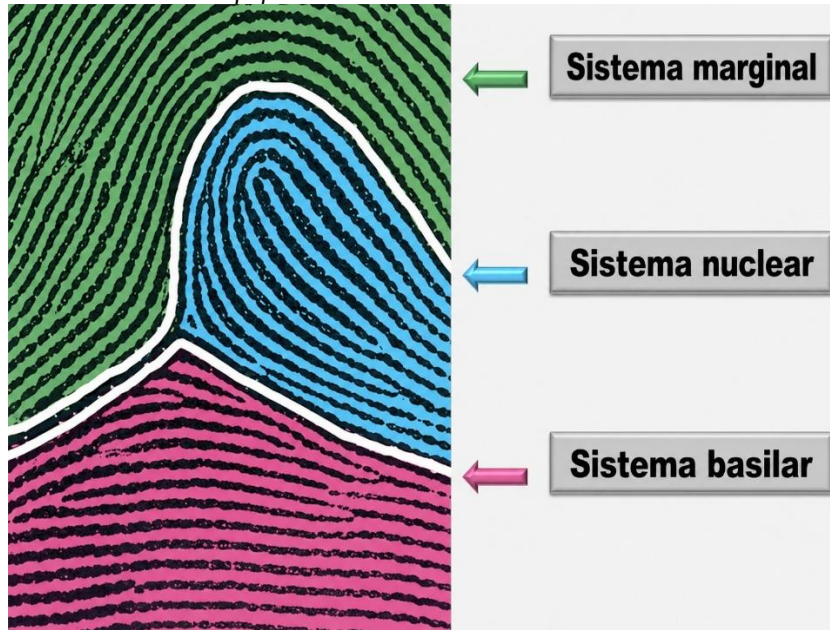


(3) Sistema basilar

Está constituido por un conjunto de crestas, dispuestas de manera más o menos paralelas al pliegue de flexión, que forman la base del dactilograma. La limitante basilar es la cresta más alta del sistema.

Figura 552

Sistemas de crestas papilares



Nota. Dactilograma que presenta los tres sistemas tales como marginal, nuclear y basilar.

ii) Limitantes de los sistemas

Son las crestas que se presentan en el dactilograma y permiten establecer los límites entre los distintos sistemas que la conforman. Estas crestas se ubican entre la limitante marginal y las crestas más internas, así como entre la limitante basilar y el sistema nuclear, cuando este último está presente. Su función principal es servir como una referencia clara que posibilita la correcta delimitación y diferenciación de las regiones de la huella dactilar.

(1) Limitante marginal

La cresta más interna o inferior del sistema recibe el nombre de limitante marginal y constituye el lado externo del triángulo de los deltas hundidos, así como la rama del mismo lado del tripode.

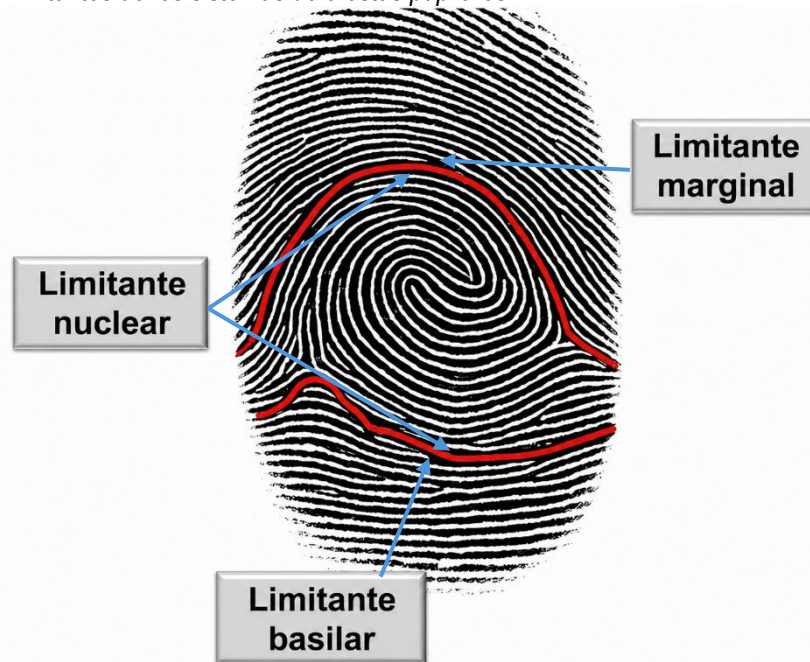
(2) Limitante nuclear

Se denomina limitante nuclear la cresta exterior del sistema y contribuye generalmente a formar el lado o rama interna de los deltas.

(3) Limitante basilar

La cresta papilar más alta de las que conforma este sistema recibe el nombre de limitante basilar. Contribuye a la formación de los deltas exteriores, apareciendo como base del triángulo en los deltas blancos o hundidos. Asimismo, se convierte en rama o vertiente exterior en la estructura de los deltas tripodales o negros.



Figura 553*Limitantes de los sistemas de crestas papilares*

Nota. Dactilograma señalando los límites entre los tres sistemas que lo conforman.

iii) Delta dactiloscópico

El origen del término “delta geográfico”, permite comprender con mayor claridad el concepto de delta dactiloscópico. La palabra delta proviene de la cuarta letra del alfabeto griego, equivalente a la “D” proveniente del fenicio. Los antiguos griegos utilizaban este término para referirse al delta del Nilo, denominando así a los depósitos aluviales que se formaban en la desembocadura del río debido a su característico contorno triangular, semejante a dicha letra (Manual de Identificación de la PIP, 1983).

En geografía, un delta es un accidente geográfico en forma triangular que se origina cuando un río deposita sedimentos en su desembocadura y se divide en varios brazos antes de unirse con una masa de agua mayor, como un océano, un lago u otro río.

En el ámbito dactiloscópico, el delta se define como la figura generada por la fusión de los tres sistemas de crestas papilares: basilar, marginal y nuclear. Se trata de una estructura triangular blanca, curvilínea, formada por las crestas limitantes de los tres sistemas, cuyas convexidades se orientan hacia el centro de la figura.

Es el espacio comprendido entre dos crestas papilares divergentes o convergentes y una tercera curva, cuya convexidad se opone a las crestas anteriores. Dicho espacio puede encontrarse vacío o estar invadido por puntos característicos o minucias (Manual de Identificación de la PIP, 1983).



Figura 554*Impresión dactilar con delta dactiloscópico*

Nota. Figura generada por la fusión de los tres sistemas de crestas (basilar, marginal y nuclear), dando la formación del delta dactiloscópico.

(1) Clases de delta.

Son aquellos conformados por la aproximación de las tres limitantes de los sistemas del dactilograma (Manual de Identificación de la PIP, 1983).

(a) Delta hundido

(i) Delta hundido abierto

Sus tres extremos o lados se encuentran abiertos, se caracterizan por no tener un núcleo visible, ni una forma triangular cerrada, y pueden estar orientados hacia el centro del bucle o presilla.

(ii) Delta hundido cerrado

Se caracteriza porque las líneas directrices de los sistemas basilar, marginal y nuclear, se unen formando un ángulo que crea una forma triangular cerrada. Este tipo de delta se encuentra en las huellas dactilares de tipo presilla interna, presilla externa y verticilo.

(b) Delta saliente o trípode

(i) Trípode largo

Se refiere a un delta que se extiende más allá de la forma triangular usual, donde sus crestas limitantes forman un camino más largo antes de converger.

(ii) Trípode corto

Son una forma específica de delta donde las líneas de cresta se juntan para formar un punto de tres patas, y se consideran cortos cuando tienen una longitud corta o menor a la de un delta normal. También conocidos como deltas en ramas.

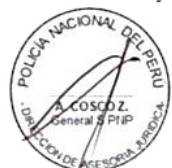
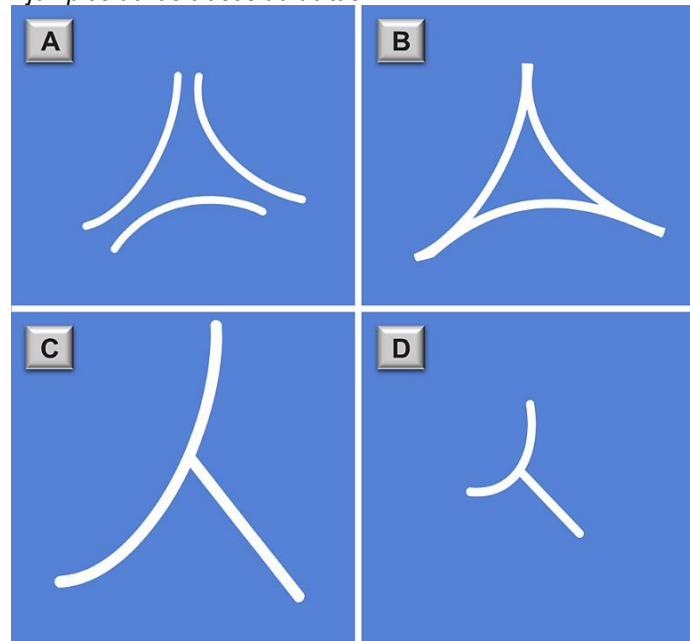


Figura 555

Ejemplos de las clases de deltas



Nota. (A) delta hundido abierto, (B) delta hundido cerrado, (C) delta tripode largo y (D) delta tripode corto.

iv) Punto déltico

Se refiere a un punto de referencia utilizado en el análisis de las huellas dactilares. Se considera punto déltico, en el delta hundido o blanco, al centro del espacio triangular; y en el delta saliente o negro, al punto de intersección de las líneas que forman el delta.

Figura 556

Tres ejemplos de dactilogramas con sus puntos délticos señalados

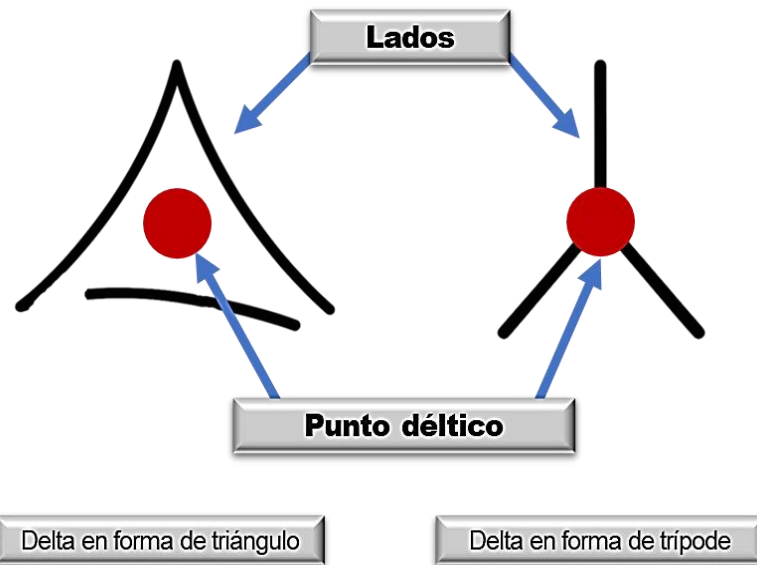


Nota. Los puntos rojos señalan la ubicación de los puntos délticos en cada dactilograma.



Figura 557

Gráfico detallando el punto déltico en un delta hundido y un delta saliente



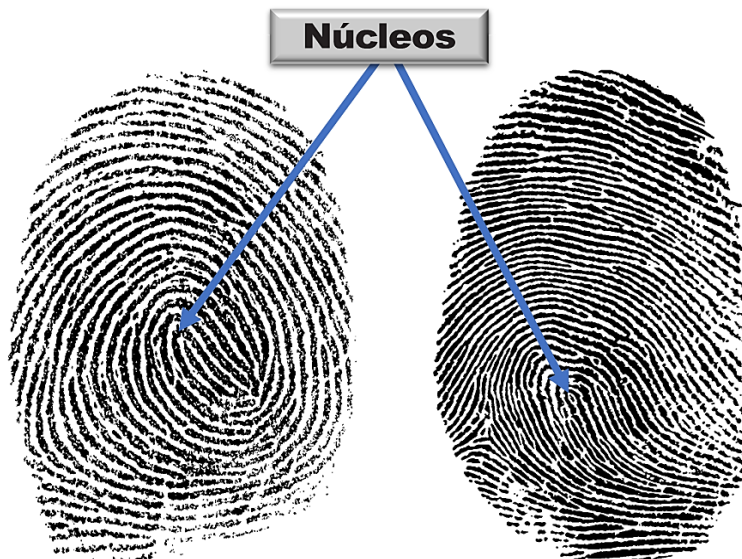
Nota. La ubicación del punto déltico varía según el tipo de delta en un dactilograma.

v) Núcleo dactilar

El núcleo de un dactilograma está conformado por una cresta o un conjunto de crestas papilares con una curvatura definida y un aislamiento bien delimitado, ubicadas generalmente en la región central del mismo, entre los sistemas marginal y basilar. Además de su forma general, el sistema nuclear posee peculiaridades propias, que son fundamentales para su correcta descripción, análisis y clasificación. El núcleo dactilar representa el punto central o generatriz del sistema nuclear y constituye una referencia clave para la clasificación y conteo de las crestas.

Figura 558

Dactilogramas en los que se aprecian los núcleos dactilares



Nota. El primer dactilograma corresponde a una tipología bidelto y el segundo a un sinistrodello, en ambas se señala el núcleo dactilar.



(1) Clases de núcleos

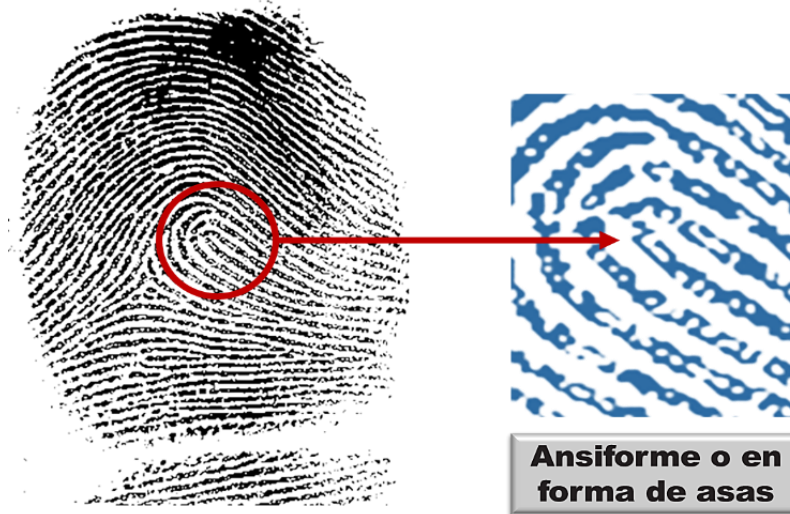
Los núcleos dactilares son puntos clave en el análisis de las impresiones dactilares, siendo especialmente útiles para la clasificación de patrones como bucles y verticilos.

(a) Ansiforme o en forma de asas

Son los núcleos formados por una serie de asas encajadas unas dentro de otras. Estos tipos de núcleos dan lugar a un solo delta, normalmente situado a un lado del dactilograma.

Figura 559

Dactilograma de tipología sinistrodelto



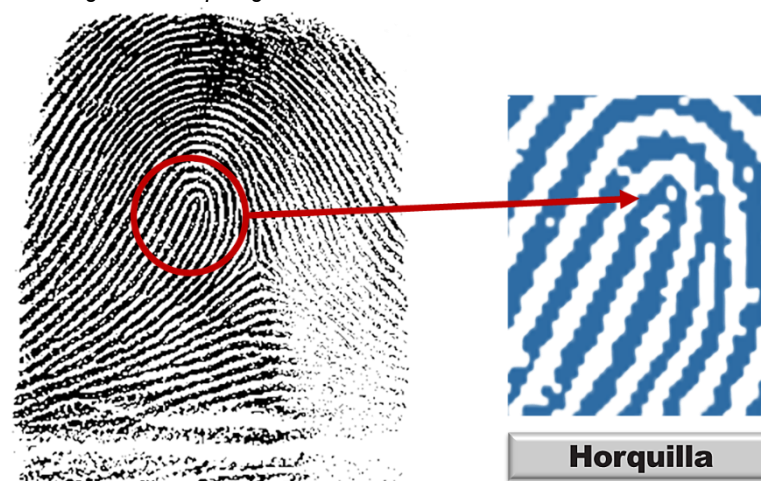
Nota. Dactilograma que presenta el núcleo ansiforme simple en forma de asa. Tomado del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

Entre estos tipos de núcleos se encuentra:

- (i) Horquilla: es el núcleo que muestra la cresta más interna, impactando la forma de horquilla, totalmente clara si encerrar ninguna característica.

Figura 560

Dactilograma de tipología dextrodelto



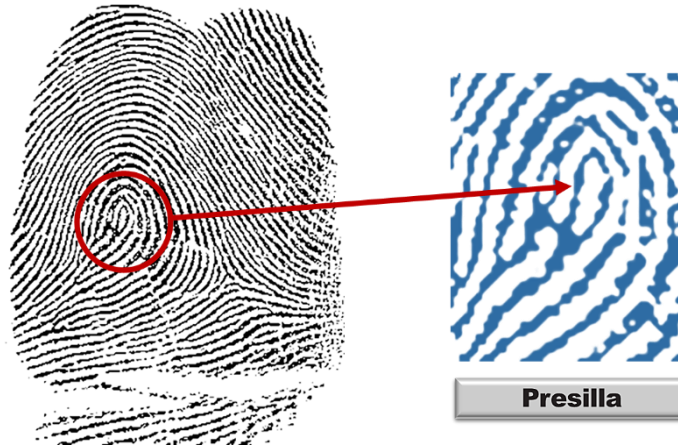
Nota. Núcleo en forma de horquilla. Tomado del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).



- (ii) Presilla: se trata del núcleo en forma de horquilla que su cresta más interna influye en la configuración de un orificio en forma de lazo deslizante.

Figura 561

Dactilograma de tipología dextrodelto

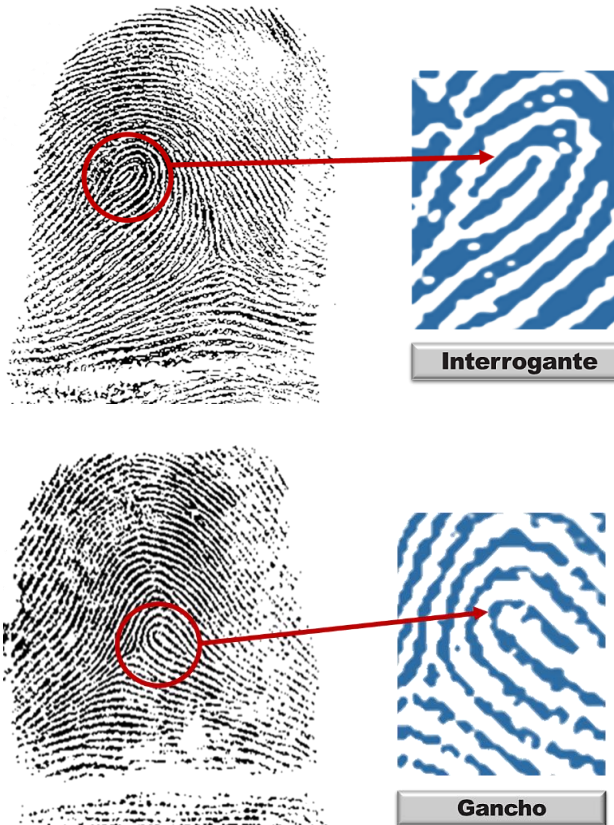


Nota. Núcleo en presilla en forma de presilla. Tomado del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

- (iii) Interrogante o gancho: es el núcleo en forma de horquilla cuya cresta más interna se asemeja a la silueta de un gancho de carnicero o a un signo de interrogación.

Figura 562

Dactilogramas de tipología dextrodelto y sinistrodelto



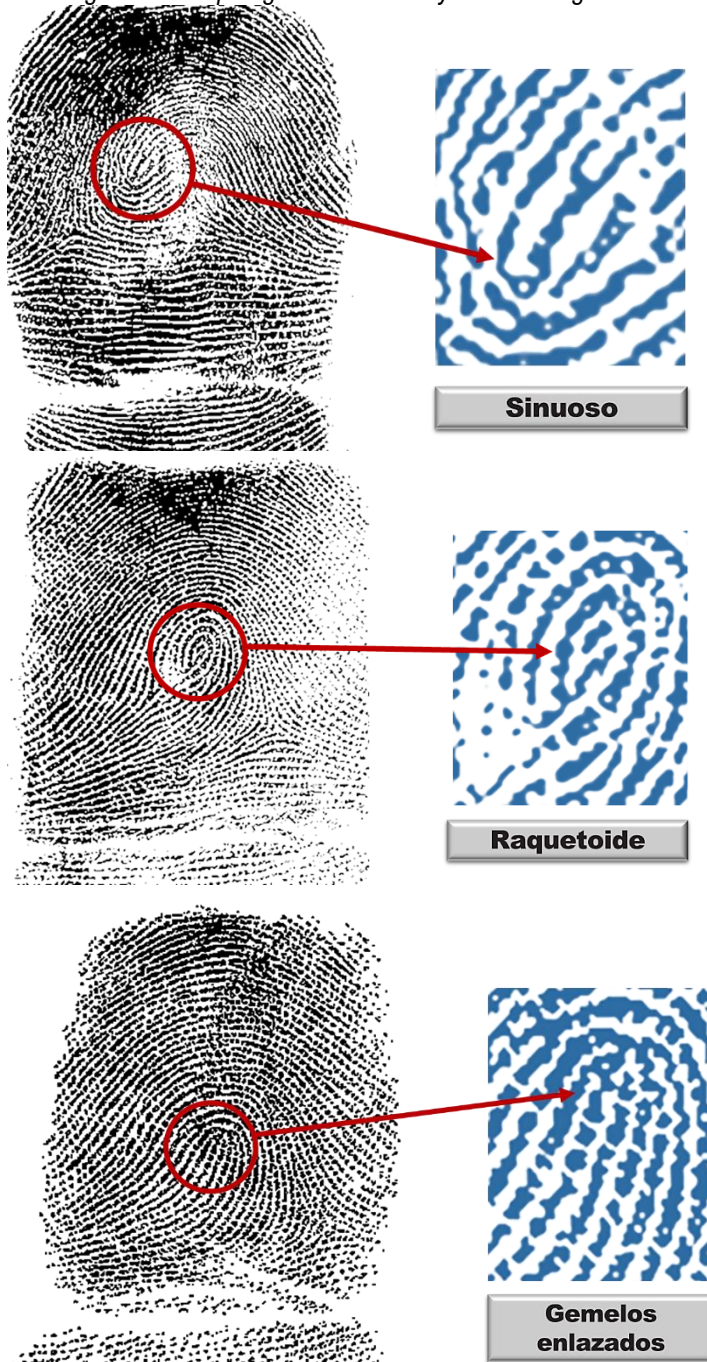
Nota. Núcleo de tipo interrogante y el núcleo en forma de gancho. Tomados del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).



- (iv) Sinuoso: son los núcleos en forma de asa que impactan en maneras totalmente distintas de las muestras mencionadas previamente.
- (v) Raquetoide: es el núcleo formado por la unión de presillas que influyen en la apariencia de una raqueta, de lo que proviene su denominación.
- (vi) Gemelos enlazados o combinados: es el núcleo horquillado, cuyo interior muestra como rasgos distintivos dos o más horquillas, ya sean gemelas, combinadas o enlazadas.

Figura 563

Dactilogramas de tipología sinistrodelto y dos dactilogramas dextrodeltos



Nota. Dactilogramas presentando núcleos: sinuoso en forma de asa, de forma raquetoide y gemelos enlazados. Tomados del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

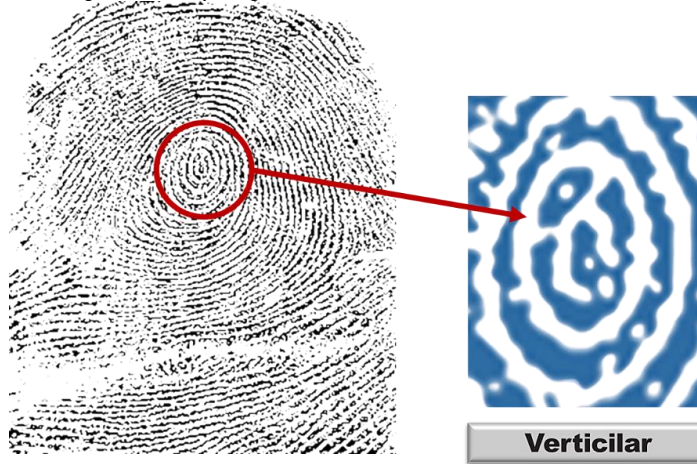


(b) Verticilar

Son los núcleos formados por curvas arrolladas unas dentro de otras. Este tipo de núcleos da lugar a dos deltas, normalmente situados uno a cada lado del dactilograma.

Figura 564

Dactilograma de tipología bidelto



Nota. Dactilograma con núcleo verticilar. Tomado del Archivo de Inculminados de la DIRCRI PNP (2025).

Entre estos tipos de núcleos se encuentran:

- (i) Circulares: el núcleo verticilar toma la apariencia de un círculo o anillo; es necesario que la cresta más interna sea una circunferencia separada, aunque las demás crestas se formen de manera distinta.

Figura 565

Dactilograma de tipología bidelto



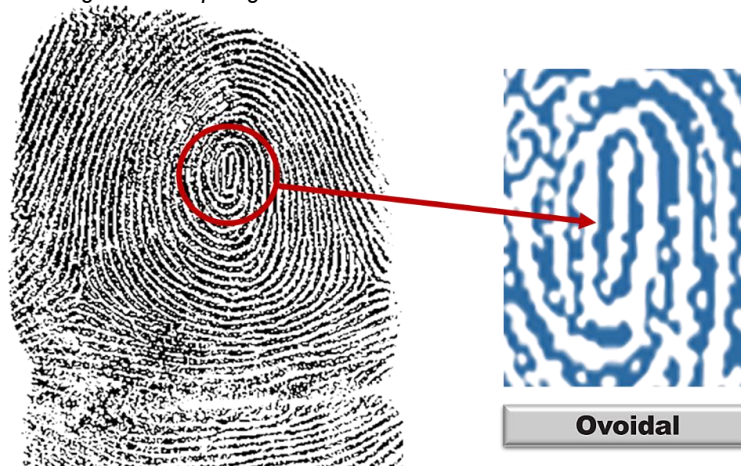
Nota. Dactilograma con el núcleo circular. Tomado del Archivo de Inculminados de la DIRCRI PNP (2025).

- (ii) Ovoidales: se trata de los dactilogramas verticales, cuya cresta más interior se asemeja a la figura geométrica correspondiente a este nombre, y que también puede tener una forma elíptica, además de otras crestas que pueden ser circulares o en espiral.



Figura 566

Dactilograma de tipología bidello

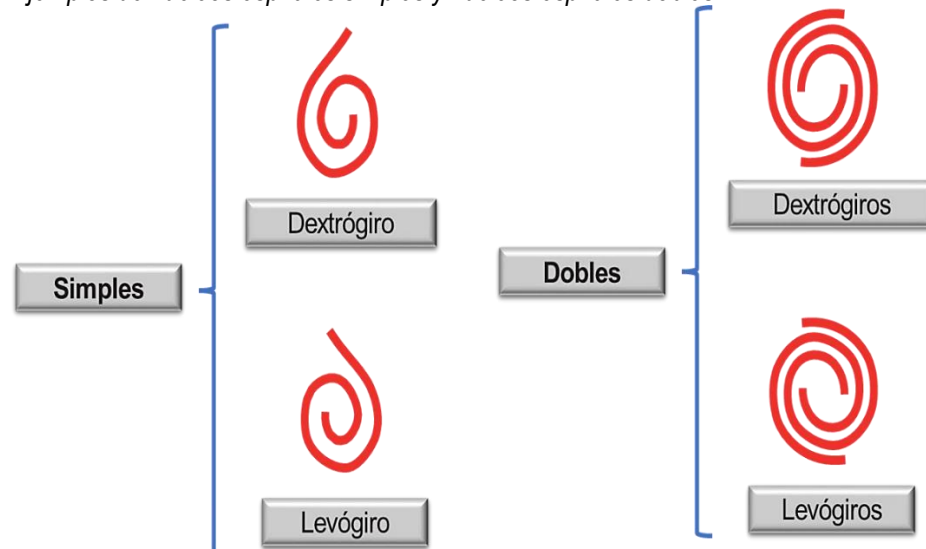


Nota. Dactilograma que presenta núcleo ovoidal. Tomado del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

- (iii) **Espirales:** se componen de una o varias crestas que se extienden en la dirección de las manecillas de un reloj, ya sea en giro a la derecha, denominados dextrógiros o en giro a la izquierda, denominados levógiros.

Figura 567

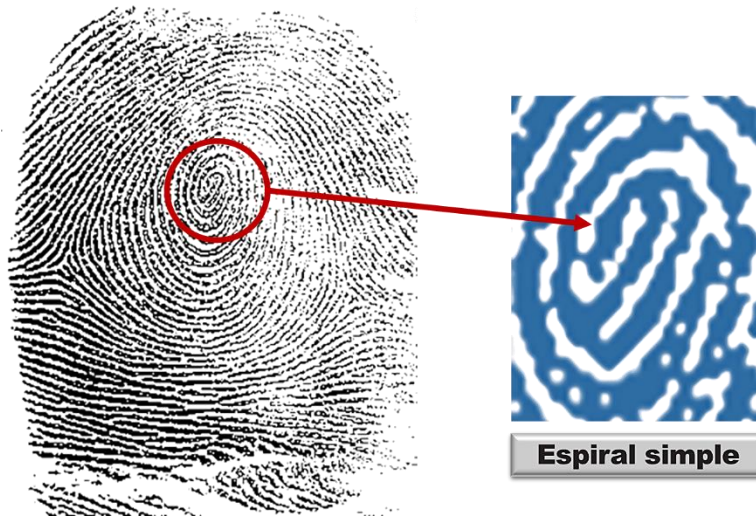
Ejemplos de núcleos espirales simples y núcleos espirales dobles



Nota. Los gráficos presentan los núcleos en espirales dextrógiro y levógiro simple, y los núcleos en espirales dextrógiros y levógiros dobles, en las tipologías bideltos.



Figura 568
Dactilograma de tipología bidello



Nota. Dactilograma de núcleo verticalar espiral simple. Tomado del Archivo de Inculminados de la DIRCRI PNP (2025).

- (iv) Biansiformes: en su formación se observan dos asas horquilladas.

Figura 569
Dactilogramas de tipología bidello

Biansiformes



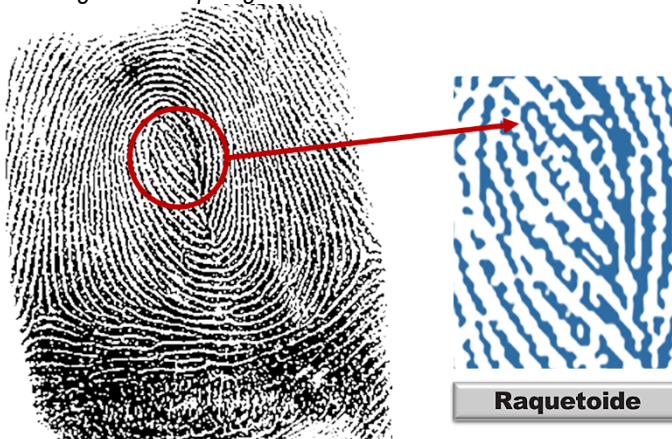
Nota. Dactilogramas de núcleos biansiformes, en el primero y el segundo se puede observar que, las dos asas se desenvuelven en vórtice o remolino; y en el tercero una de las asas presenta su forma natural en sentido ascendente y la otra sinuosa cubre a la anterior lo que origina la formación de dos deltas laterales, a uno u otro lado del sistema nuclear, uno al lado izquierdo y el otro al lado derecho. Tomados del Archivo de Inculminados de la DIRCRI PNP (2025).



- (v) Raquetoides: son los núcleos en forma de presillas compuestas son capaces de conservar cierta autonomía, aunque estén conectados mediante un eje común y facilitan la creación de dos deltas.

Figura 570

Dactilograma de tipología bidelta



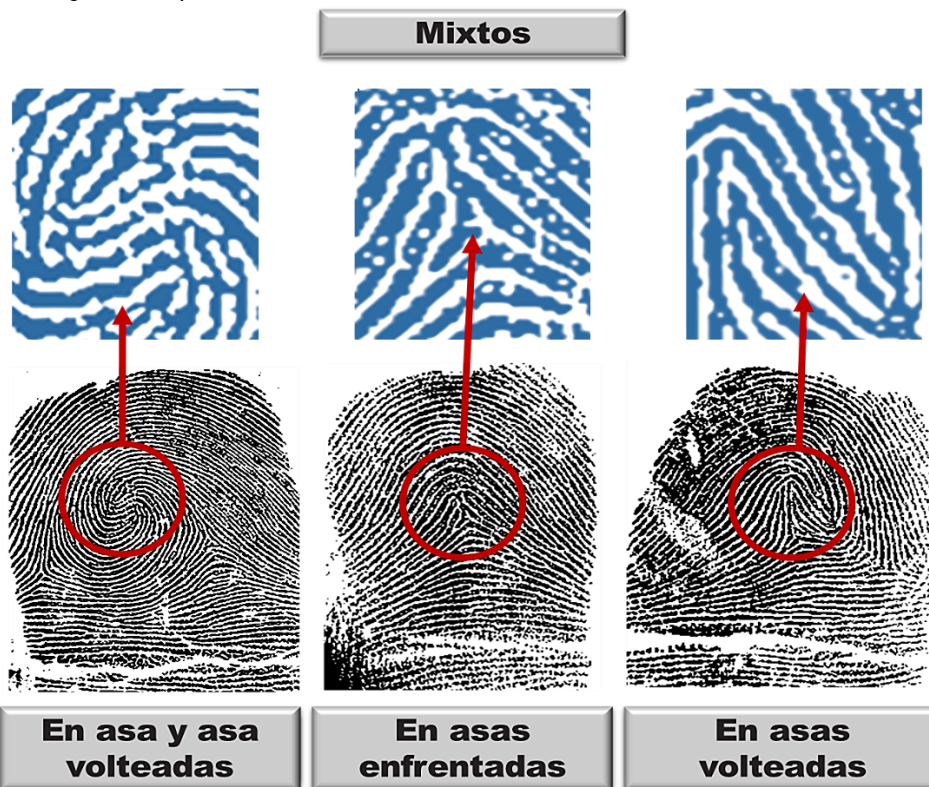
Nota. Dactilograma que presenta un núcleo raquetoides en forma de presillas compuestas. Tomado del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

- (c) Mixtos

Constituidos por un núcleo ansiforme y otro vertical. El núcleo ansiforme dará lugar a un delta y el vertical a dos, formando en total tres deltas.

Figura 571

Dactilogramas especiales



Nota. Dactilogramas que presentan núcleos especiales ansiforme y otro vertical. Tomados del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

Estas tres formas de núcleos ansiforme, verticilar y mixto, pueden ser:

- (i) Simples: se refiere a cuando el espacio inferior del núcleo en horquilla está libre o vacío, sin ninguna cresta o punto característico.
- (ii) Invadidos: cuando el núcleo se encuentra invadido por uno o más minucias.
- (d) Casos especiales

Constituyen las formaciones simultáneas ansiformes verticales que motivan la formación de tres o más deltas, originando la formación de tipos trideltos, tetradeltos, etc.

Figura 572
Dactilogramas de tipología tridelta

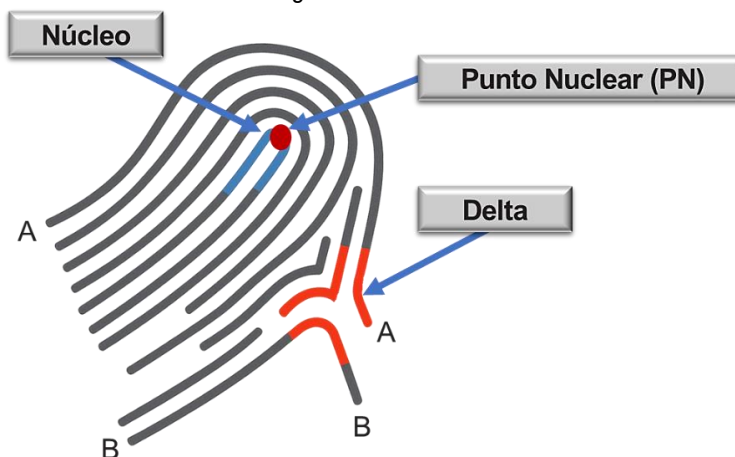


Nota. Dactilogramas que presentan la combinación de dos núcleos ansiformes, verticales y tres deltas. Tomados del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

(2) Punto nuclear

Se refiere a la zona central del dactilograma, que es la parte más característica y que ayuda a identificar el tipo de patrón de la impresión dactilar.

Figura 573
Punto nuclear en un dactilograma



Nota. En el gráfico se señalan la ubicación del núcleo, el punto nuclear y el delta.



(a) Consideraciones

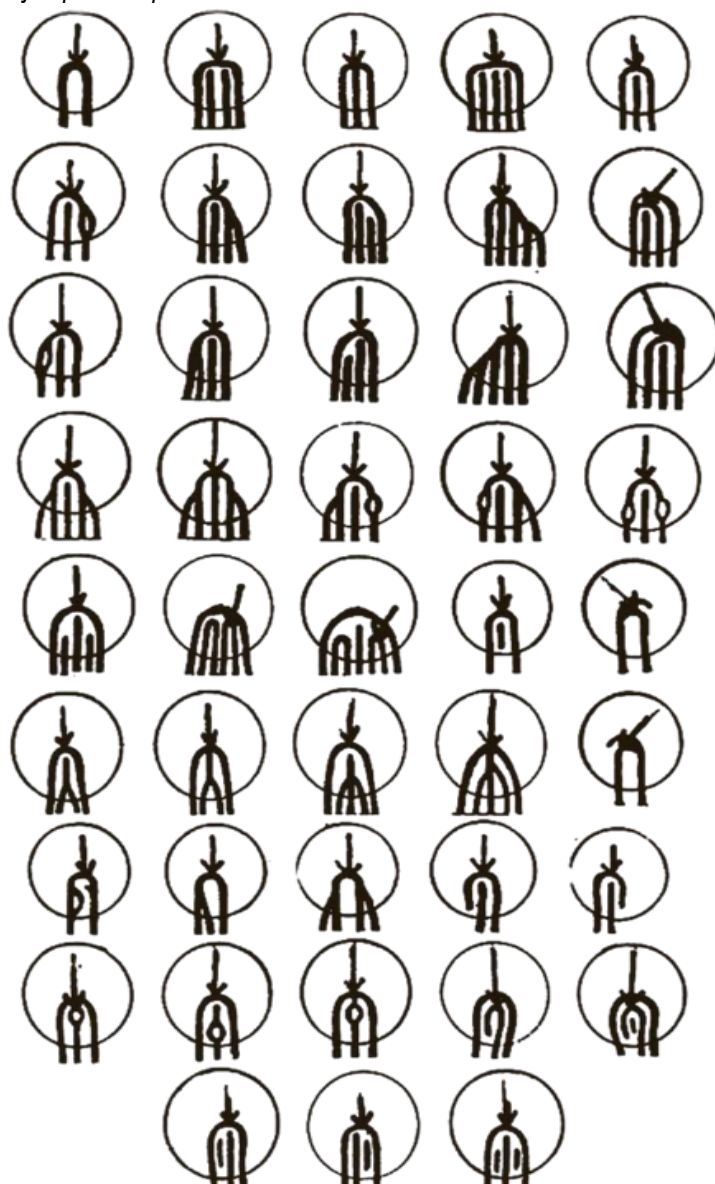
Se debe identificar la región central del dibujo dactilar, que suele coincidir con la zona más interna de la curva o espiral en los patrones del dactilograma. En los patrones de lazo, el núcleo se encuentra sobre o dentro de la recurva más interna y suficientemente definida. En los patrones de verticilo o espiral, el núcleo se ubica en el centro del patrón.

(b) Reglas para determinar el punto nuclear

- (i) En los núcleos ansiformes: en las horquillas, presillas, ganchos, interrogantes y sinuosos, el punto nuclear se ubica en la parte central superior de la curvatura.

Figura 574

Ejemplos del punto nuclear en diversos núcleos ansiformes



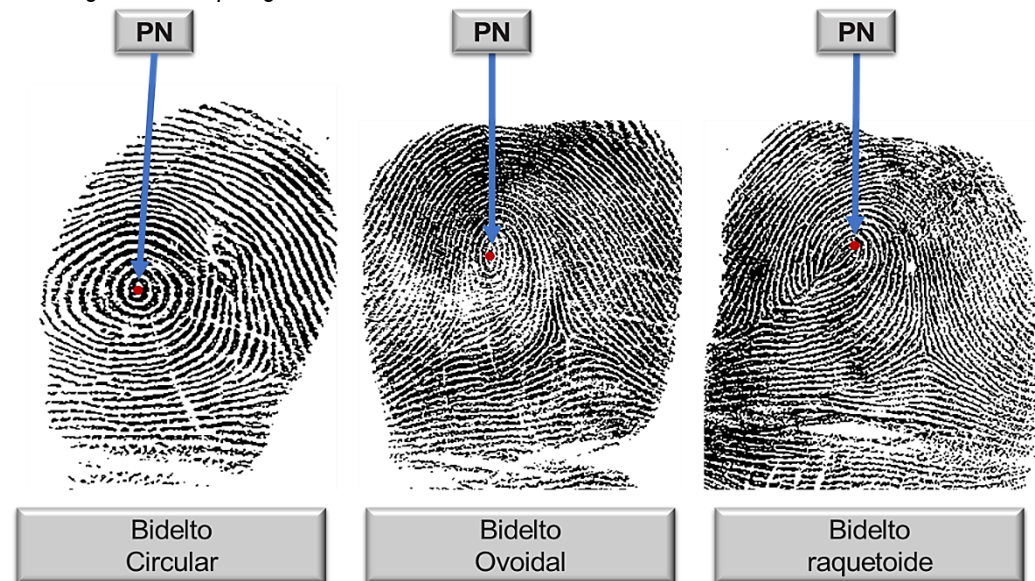
Nota. Ilustración tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

- (ii) En los núcleos raquetoides: el punto nuclear se ubica en la parte céntrica superior de la presilla más interna.

- (iii) En los núcleos gemelos o combinados: el punto nuclear se ubica en la parte céntrica superior del ansiforme más cercano al delta.
- (iv) En los núcleos enlazados: el punto nuclear se ubica en el punto de enlace de sus ramas.
- (v) En los núcleos verticales
 - 1. En los bideltos circulares, ovoidales y raquetoides; el punto nuclear estará ubicado en el centro geométrico de la formación circular más interna.

Figura 575

Dactilogramas de tipología bidelto



Nota. Dactilogramas que presentan núcleos circulares, ovoidales, y raquetoides señalando el punto nuclear (PN) dentro del dactilograma. Tomados del Archivo de Inculpatos de la DIRCRI PNP (2025).

- 2. En los bideltos espirales simples, el punto nuclear se ubicará en el extremo más interno de la cresta generatriz.

Figura 576

Dactilograma de tipología bidelto



Nota. Tipología bidelto espiral simple. Tomado del Archivo de Inculpatos de la DIRCRI PNP (2025).

- 3. En los bideltos espirales dobles, el punto nuclear se ubicará en el extremo de las



generatrices más próximo al delta izquierdo o derecho, respectivamente.

Figura 577

Dactilograma de tipología bidelto



Nota. Dactilograma con núcleos espirales dobles. Tomado del Archivo de Inculpatos de la DIRCRI PNP (2025).

4. En los bideltos biansiformes, los puntos nucleares se ubicarán para cada horquilla, presilla o recurva, de acuerdo a las reglas para los monodeltos.

Figura 578

Dactilograma de tipología bidelto



Nota. Dactilograma de tipo bidelto biansiforme donde los núcleos se ubican para cada horquilla, presilla o recurva. Tomado del Archivo de Inculpatos de la DIRCRI PNP (2025).

5. En el caso de los trideltos, como condición particular, se consideran los puntos nucleares de acuerdo con las reglas establecidas para los núcleos ansiformes y verticales, pero tomando como referencia los deltas más externos, para los efectos del conteo de crestas.



Figura 579
Dactilograma de tipología tridello



Nota. En este dactilograma apreciamos dos núcleos ansiformes indicando a cada uno la ubicación de su punto nuclear. Tomado del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

4) Sistemas de clasificación

Una vez obtenidas las impresiones dactilares, es indispensable agruparlas u organizarlas en colecciones metódicamente ordenadas para que cumplan su finalidad en la comprobación de la identidad humana, de forma que puedan ser halladas con facilidad y seguridad en el archivo. Sin embargo, con la implementación de los Sistemas automatizados de Identificación de Huellas Dactilares (AFIS), ya no resulta necesario clasificarlas manualmente.

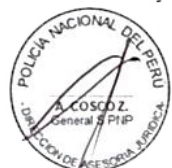
No obstante, es oportuno subrayar los sistemas de clasificación tradicionales que se idearon anteriormente y son pilares fundamentales para el desarrollo dactiloscópico moderno. Entre ellos, destacan el sistema de Juan Vucetich Kovacevich y el sistema de Edward Henry, a partir de los cuales se desarrollaron variantes o modificaciones, como el sistema propuesto por el Dr. Federico Olóriz Aguilera.

a) Sistema argentino de Juan Vucetich

Este sistema fue una expansión del modelo propuesto por Francis Galton, quien había establecido tres patrones para las huellas dactilares: arco, presilla y verticilo. Sin embargo, Vucetich, amplió esta clasificación al subdividir el patrón de presilla en dos categorías distintas: presilla interna y presilla externa. De este modo, formuló una tipología más completa creando cuatro tipos fundamentales de patrones dactilares: arco, presilla interna, presilla externa y verticilo; basando su estudio principalmente en los núcleos.

b) Sistema de clasificación de Sir Edward Henry

Este sistema formuló un método matemático para dividir los registros de huellas dactilares en un gran número de agrupaciones primarias y secundarias. Su estructura también se fundamenta en los tipos fundamentales establecidos por Galton.



c) Variantes o modificaciones de los sistemas de clasificación de Henry y Vucetich

Tanto Juan Vucetich como Edward Henry obtuvieron reconocimiento internacional en el campo de la identificación criminal científica. Vucetich recorrió diversos países promoviendo su obra, mientras que Henry contó con el respaldo del mundo europeo moderno. A partir de sus aportes, surgieron diversos sistemas dactiloscópicos con el objetivo de hacer más práctico y eficiente el procedimiento de identificación, muchos de los cuales constituyen variantes de los métodos iniciados por ambos.

Entre los más relevantes se encuentran: el sistema Windt-Kdicek (Alemania), el sistema de Steegers (Cuba), el sistema de Daae (Noruega), el de Harvey Pacha (Egipto), Valladares (Portugal), Miranda Pinto (Chile), entre otros.

d) Sistema de clasificación de Olóriz Aguilera

El sistema desarrollado por el Dr. Federico Olóriz Aguilera, de origen español, en esencia, se fundamenta en el distinto grado de curvatura de la alineación papilar, clasificando las crestas según adopten configuraciones en forma de arcos, semicírculos o círculos. Se trata, por tanto, de un sistema de carácter nuclear, ya que su clasificación se origina a partir de la morfología del núcleo dactilar.

Sin embargo, también puede considerarse un sistema basado en los deltas, en cuanto a su forma de expresión, dado que el valor del delta queda supeditado a la validez del núcleo. Este sistema es actualmente empleado por los peritos dactiloscópicos de la Policía Nacional del Perú.

e) Localización de puntos fijos

i) Núcleo

Cresta o conjunto de crestas papilares que ocupan el centro del dactilograma.

ii) Delta

Es el espacio comprendido entre dos crestas papilares divergentes o convergentes y una tercera, cuya convexidad se opone a las crestas anteriores.

iii) Línea de Galton

Además del dibujo central se presta atención a la "línea de Galton", que es una línea imaginaria que se traza desde el centro del núcleo hasta el centro del delta, para establecer el número de crestas que se interponen.

f) Clasificación dactiloscópica

Procedimiento que consiste en la aplicación de la dactiloscopia y el estudio del primer nivel de las impresiones dactilares rodadas, planas y/o simultáneas con la finalidad de determinar la tipología dactilar, vale decir, el tipo, el subtipo y el infratipo.

La ubicación del núcleo y del delta determina la categoría de la impresión dactilar, tales como los cinco tipos fundamentales de la clasificación dactiloscópica: adeltos, monodeltos (dextrodelto y sinistrodelto), bideltos y trideltos. Los dedos pulgares se representan con letras mayúsculas, y los demás dedos con números.



Tabla 49

Los cinco tipos fundamentales de la clasificación dactiloscópica y su representación gráfica

Tipos	Representación gráfica
Adeltos	A o 1
Monodeltos Dextrodeltos	D o 2
Monodeltos Sinistrodeltos	S o 3
Bideltos	V o 4
Trideltos	T o 5

i) Clasificación adéltica

Se denomina adeltos a aquellos dactilogramas que carecen de núcleo y delta dactiloscópico, se divide en adolto puro y adolto piniforme.

(1) Adolto puro

Es el dactilograma formado por crestas arqueadas, paralelas y sucesivas, que no presentan elevación perpendicular al pliegue de flexión de la falange distal. Su representación secundaria corresponde el rasgo gráfico de un punto.

Figura 580

Impresión dactilar de tipología adolto



Denominación	Adolto
Representación gráfica	A o 1

Nota. Se observa la morfología de un adolto puro formado por líneas que convergen hacia el centro sin formar verticilos ni presentar ramificaciones laterales. Tomada del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

(a) Clasificación primaria o tipo

Estos tipos de dactilogramas están conformados únicamente por dos sistemas de crestas papilares: el basilar y el marginal. Se representan con la letra "A" mayúscula para los dedos pulgares y con el número "1" para los demás dedos.



(b) Clasificación secundaria o subtipo

Su representación gráfica está simbolizada por un punto (.).

Figura 581

Impresión dactilar de un adelto puro



Denominación	Adelto puro
Representación gráfica	$\frac{A}{.} / \frac{1}{.}$

Nota. El dactilograma presenta un diseño formado por líneas papilares que se elevan suavemente desde un lateral del dedo y descienden hacia el lado opuesto, sin formar núcleos, verticilos, islas, ni bifurcaciones. Tomada del Archivo de Incriminados de la DIRCRI PNP (2025).

(a) Clasificación terciaria o infratipo

La clasificación terciaria del adelto puro comprende cinco subdivisiones: simple, dextrocentro, sinistrocentro, verticilar y diversiforme. Estas se clasifican en una tercera categoría, basándose en la ausencia o presencia de una característica conformada por la incidencia de tres o más crestas en asa. Su representación terciaria se realiza mediante dígitos numéricos.

Tabla 50

Infratipos de la clasificación terciaria del adelto puro y su representación gráfica

Infratipos	Representación gráfica
Simple	1
Dextrocentro	2
Sinistrocentro	3
Verticilar	4
Diversiforme	5

(i) Adelto puro simple

Dactilograma conformado por crestas papilares paralelas al pliegue de flexión de la falange distal, que no presentan particularidades que alteren la conformación dactilar. Su representación terciaria corresponde al dígito uno “1”.



Figura 582

Impresión dactilar de un adolto puro simple



$\frac{A}{.}$	$\frac{1}{.}$
$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$

Nota. Diseño formado por líneas papilares que se elevan suavemente desde un lateral del dedo y descienden hacia el lado opuesto, sin formar núcleos, verticilos, presillas, islas, ni bifurcaciones. Tomada del Archivo de Inculminados de la DIRCRI PNP (2025).

(ii) Adolto puro dextrocentro

Es el dactilograma que se presenta en el centro, entre las crestas limitantes basilar y marginal, con un conjunto de crestas cuya mayoría se desplaza hacia el lado derecho. Su representación terciaria corresponde al dígito dos "2".

Figura 583

Impresión dactilar de un adolto puro dextrocentro



$\frac{A}{.}$	$\frac{1}{.}$
$\frac{2}{2}$	$\frac{2}{2}$

Nota. El adolto puro dextrocentro es caracterizado por la disposición de las crestas papilares en forma de arco simple, donde la curvatura central se inclina hacia el lado derecho. Tomada del Archivo de Inculminados de la DIRCRI PNP (2025).



(iii) Adelto puro sinistrocentro

Dactilograma que presenta características similares al adelto puro dextrocentro, pero se diferencia porque el recorrido de las crestas papilares está orientado hacia el lado izquierdo. Su representación terciaria corresponde al dígito tres “3”.

Figura 584

Impresión dactilar de un adelto puro sinistrocentro



A	/	1
.		.
3		3

Nota. El adelto puro sinistrocentro se caracteriza por un dibujo papilar de tipo arqueado, sin núcleo ni delta, en el que las crestas centrales presentan una leve desviación hacia el lado izquierdo. Tomada del Archivo de Inculminados de la DIRCRI PNP (2025).

(iv) Adelto puro verticilar

Es el dactilograma cuyas crestas determinan una figura semejante a un vórtice, sin llegar a reunir las condiciones exigibles para ser catalogado como núcleo verticilar. Su representación terciaria corresponde al dígito cuatro “4”.

Figura 585

Impresión dactilar de un adelto puro verticilar



A	/	1
.		.
4		4

Nota. En el dactilograma se distinguen líneas papilares que, sin formar un verticilo completo, tienden a curvarse de manera más pronunciada en la zona central, generando un ápice elevado, simétrico y centrado. Tomada del Archivo de Inculminados de la DIRCRI PNP (2025).

(v) Adelto puro diversiforme

Es el dactilograma formado por crestas papilares que presentan una configuración variada y diferente a las categorías anteriormente descritas, sin llegar a constituir figuras monodélticas o bidélticas. Su representación terciaria corresponde al dígito cinco “5”.

Figura 586

Impresión dactilar de un adelto puro diversiforme

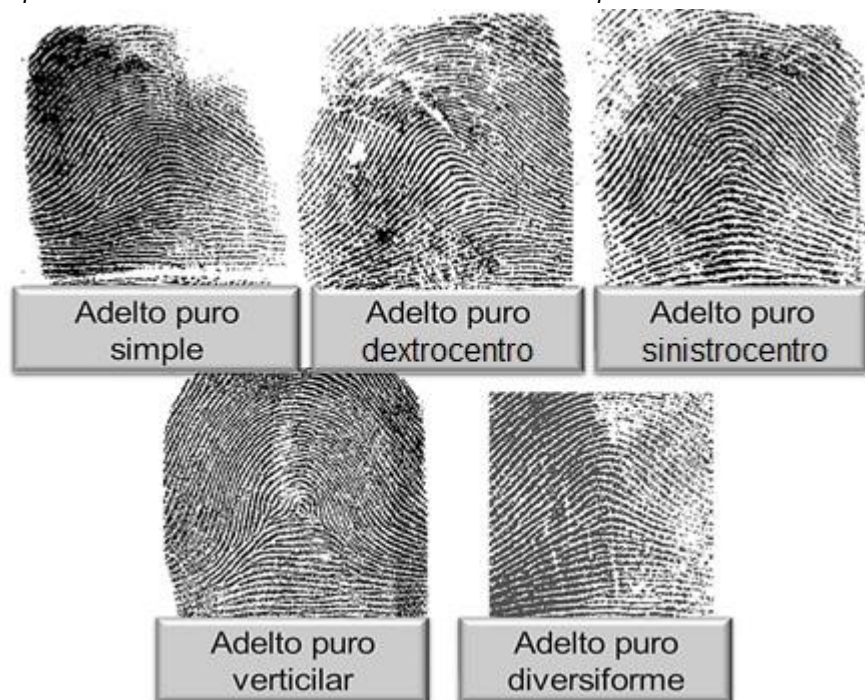


$\frac{A}{\cdot}$	$\frac{1}{\cdot}$
$\frac{5}{\cdot}$	$\frac{5}{\cdot}$

Nota. Dactilograma caracterizado por una configuración irregular de las crestas papilares, que, aunque mantienen la estructura básica de un arco, presentan ligeras variantes morfológicas en cuanto a curvatura, dirección o alineación. Tomada del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

Figura 587

Tipos de núcleos de la clasificación terciaria en adeltos puros



Nota. Se presentan cinco tipos de dactilogramas clasificados dentro del grupo adelto puro, las cuales se diferencian por su simetría y disposición de líneas. Tomadas del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).



(2) Adelto piniforme

Es el dactilograma formado por crestas que nacen paralelas al pliegue de flexión de la falange distal y luego se elevan, dando la apariencia de un pino o simulando una figura geométrica triangular. En algunos casos, presenta cierta oblicuidad en el sistema nuclear del dactilograma. Su representación secundaria es la letra minúscula "p".

Figura 588

Impresión dactilar de un adelto piniforme



Denominación	Adelto piniforme
Representación gráfica	$\frac{A}{p} / \frac{1}{p}$

Nota. Presencia de crestas papilares finas, rectilíneas y muy alargadas, con un trazo fino y continuo. Carece de núcleo y deltas. Tomada del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

(a) Clasificación primaria o tipo

Estos tipos de dactilogramas están conformados por dos sistemas de crestas papilares: el basilar y el marginal. Se representan con la letra "A" mayúscula para los dedos pulgares y con el número "1" para los demás dedos.

(b) Clasificación secundaria o subtipo

Representado por la letra "p".

(c) Clasificación terciaria o infratipo

La clasificación terciaria del adelto piniforme comprende cinco subdivisiones: recto, dextrocentro, sinistrocentro, bicéntrico y diversiforme. Estas se clasifican en una tercera categoría, basándose en la ausencia o presencia de una característica conformada por la incidencia de tres o más crestas en asa, conforme se describe en la representación gráfica.

Tabla 51

Infratipos de la clasificación terciaria del adelto piniforme y su representación gráfica

Infratipos	Representación gráfica
Recto	1
Dextrocentro	2
Sinistrocentro	3
Bicéntrico	4
Diversiforme	5



(i) Adelto piniforme recto

Dactilograma conformado por crestas papilares paralelas al pliegue de flexión de la falange distal, cuyas crestas forman una figura similar a un pino, caracterizándose por su verticalidad hacia el pliegue de flexión. Su representación terciaria corresponde al dígito uno “1”.

Figura 589

Impresión dactilar de un adelto piniforme recto



$$\frac{A}{p} \quad / \quad \frac{1}{p}$$

$$\frac{1}{1}$$

Nota. Caracterizado por la presencia de crestas papilares paralelas y rectilíneas, sin curvaturas. Tienen una dirección uniforme a lo largo de la impresión, sin presentar núcleo ni deltas, dando un aspecto simple y ordenado. Tomada del Archivo de Incriminados de la DIRCRI PNP (2025).

(ii) Adelto piniforme dextrocentro

Dactilograma cuyas crestas forman una figura en forma de pino y que, con relación al sistema basilar o al pliegue de flexión, presenta una inclinación en la cima de la cresta central hacia el lado derecho del observador, mientras que la cola se orienta hacia el lado izquierdo. Su representación terciaria corresponde al dígito dos “2”.

Figura 590

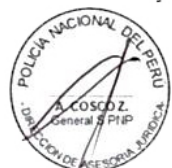
Impresión dactilar de un adelto piniforme dextrocentro



$$\frac{A}{p} \quad / \quad \frac{1}{p}$$

$$\frac{2}{2}$$

Nota Caracterizado por crestas papilares que se inclinan de forma leve pero constante hacia el lado derecho del eje central de la impresión, es decir, presentan el delta y núcleo pegados. Tomada del Archivo de Incriminados de la DIRCRI PNP (2025).



(iii) Adelto piniforme sinistrocentro

Es el dactilograma cuyas crestas forman un pino y con relación al sistema basilar o al pliegue de flexión, presenta cierta inclinación en la cima de la cresta central hacia el lado izquierdo del observador y la cola hacia el lado derecho, su representación terciaria corresponde al dígito tres “3”.

Figura 591

Impresión dactilar de un adelto piniforme sinistrocentro



$\frac{A}{p}$	/	$\frac{1}{p}$
3		3

Nota. Disposición de crestas que se desvían hacia el lado izquierdo del eje central. Mantiene un trazo fino y alargado, sin curvaturas acentuadas, delta y núcleo pegados. Tomada del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

(iv) Adelto piniforme bicéntrico

Es el dactilograma que forma un pino, combinándose con otras crestas en forma de asa que no reúnen las condiciones necesarias para ser considerado bidelto. Su representación terciaria corresponde al dígito cuatro “4”.

Figura 592

Impresión dactilar de un adelto piniforme bicéntrico



$\frac{A}{p}$	/	$\frac{1}{p}$
4		4

Nota. Presentan dos formas de orientación en el trazo de sus crestas, generando un patrón con doble dirección. Esto rompe la simetría típica del trazo recto, sin conformar núcleos ni deltas definidos. Tomada del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).



(v) **Adelto piniforme diversiforme**

Es el dactilograma que se presenta en forma de pino, siendo diferente a la conformación de las clases anteriormente descritas, su representación terciaria corresponde al dígito cinco "5".

Figura 593

Impresión dactilar de un adelto piniforme diversiforme

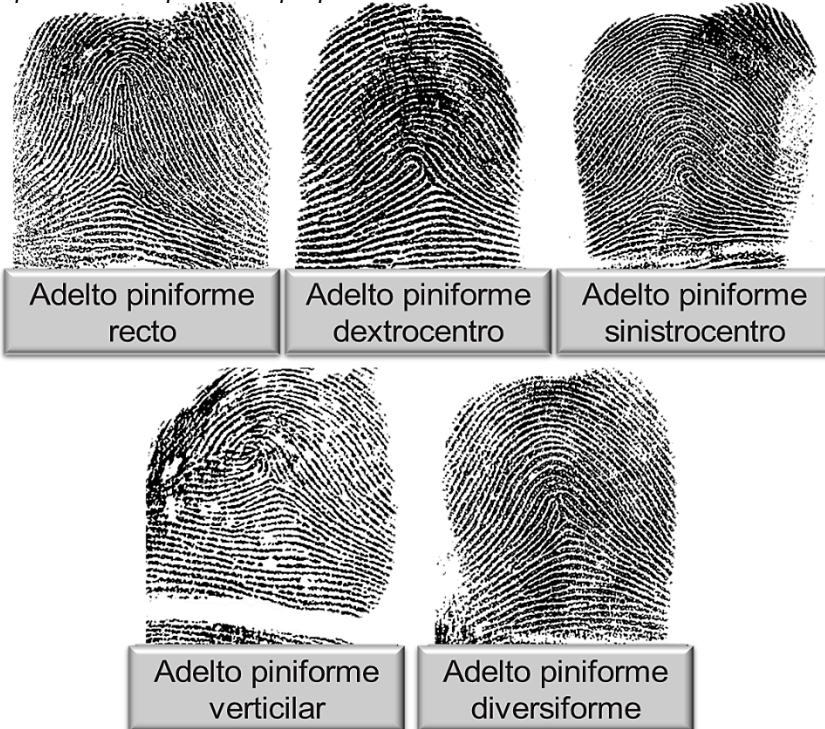


$\frac{A}{p}$	/	$\frac{1}{p}$
$\frac{5}{5}$		$\frac{5}{5}$

Nota. Disposición irregular de crestas papilares, con líneas de trazo fino que no siguen un patrón uniforme. Puede presentar ligeras curvaturas, cambios de dirección o trazos no paralelos, sin llegar a formar estructuras complejas. Tomada del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

Figura 594

Tipos de adelto piniforme que presentan núcleo



Nota. Cinco tipos de adelto piniforme, clasificados terciariamente en función de la orientación del trazo de sus crestas papilares. Esta clasificación es de suma importancia en la identificación forense, especialmente en casos donde las huellas latentes presentan formas simplificadas o fragmentadas. Tomadas del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

Tabla 52

Clasificación de los adeltos, su representación gráfica y cromática

Clasificación adéltica	Representación primaria	Representación Secundaria	Clave cromática
Adelto puro	A o 1	(.)	
Adelto piniforme	A o 1	(p)	

Nota. La codificación numérica “1” se aplica en ambos casos por tratarse de impresiones sin deltas ni núcleos estructurados, el símbolo (.) para el adelto puro y la letra (p) para el adelto piniforme, además su clave cromática es el color rojo para ambos.

(3) Casos especiales en adeltos

Son dactilogramas que no cumplen las condiciones mínimas para formar parte de los monodeltos o bideltos; por lo que, se consideran adeltos piniformes, al no cumplir las reglas uno y dos de los monodeltos o bideltos.

(a) En el primer supuesto

- (i) Cuando el núcleo y delta en su recorrido se unen.

Figura 595

Impresiones dactilares de adelto piniforme (caso especial)



Nota. La codificación numérica “1” se aplica en ambos casos por tratarse de dactilogramas con el núcleo y delta que en su recorrido se unen, para estos casos su clasificación será adelto piniforme (A/p o 1/p), además su representación cromática es el color rojo para ambos.

- (ii) Cuando el delta forma parte del núcleo.

Figura 596

Impresiones dactilares de adeltos piniformes (caso especial)



Nota. La codificación numérica “1” se aplica en ambos casos por tratarse de impresiones con deltas pegados al núcleo, su clasificación será adelto piniforme (A/p o 1/p), además su representación cromática es el color rojo para ambos.



- (iii) Cuando se presenta un núcleo y delta, pero no existe una cresta entre ambos para el conteo.
- (b) En el segundo supuesto (bidelto)
 - (i) Cuando el núcleo no es verticilo y no hay conteo de crestas.

Figura 597

Impresión dactilar de un adolto piniforme (caso especial)



Nota. La codificación numérica "1" se aplica en este caso especial por tratarse de un dactilograma que sus deltas y núcleo se encuentra todos unidos, para este caso su clasificación será adolto piniforme (A/p o 1/p), además su representación cromática es el color rojo.

- (ii) Cuando el núcleo y los deltas están pegados.

Figura 598

Impresión dactilar de un adolto piniforme (caso especial)



Nota. La codificación numérica "1" se aplica en este caso por tratarse de un dactilograma, cuyo núcleo y delta están pegados, su clasificación será adolto piniforme (A/p o 1/p), y su representación cromática es el color rojo.

ii) Clasificación monodéltica

Son los dactilogramas que presentan un solo delta, el cual puede ubicarse al lado derecho o izquierdo del observador. Se dividen en: dextrodelto y sinistrodelto.

(1) Dextrodelto

Es el dactilograma que presenta un delta al lado derecho del observador.

(a) Clasificación primaria o tipo

Es el dactilograma que presenta un delta al lado derecho del observador. Su representación para el dedo pulgar corresponde a la letra "D" mayúscula, y para los demás dedos al dígito dos "2".



Figura 599

Impresión dactilar de un monodelto dextrodelto



Denominación	Dextrodelto
Representación gráfica	D o 2

Nota. Dactilograma caracterizado por tener un solo delta ubicado al lado derecho del observador. Su representación es "D" para el dedo pulgar y "2" para los demás dedos. Este tipo de impresión es útil para la codificación en sistemas de identificación forense como el AFIS. Tomada del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

(b) Clasificación secundaria o subtipo

Constituye la cuenta de crestas existentes entre el punto nuclear y el punto déltico, a través de la denominada línea de Galton, que es una línea imaginaria creada por Sir Francis Galton. No se cuentan las crestas que conforman el núcleo ni el delta, por estar considerados estos como un todo. Su representación gráfica es la siguiente:

Figura 600

Impresión dactilar de un dextrodelto con conteo de crestas papilares



Denominación	Dextrodelto con quince crestas papilares.
Representación gráfica	$\frac{D}{15}$ o $\frac{2}{15}$

Nota. Dactilograma en el que se contabilizan quince crestas papilares entre el delta y el núcleo. Su representación codificada sería D/15 para el dedo pulgar y 2/15 para los demás dedos. Tomada del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

(c) Clasificación terciaria o infratipo

Consiste en el estudio de la composición del núcleo del dactilograma, se clasifican en diez configuraciones.



Tabla 53

Infratipos de la clasificación terciaria de los monodeltos y su representación gráfica

Infratipos	Representación gráfica
Horquilla simple	1
Horquilla recta	2
Horquilla birecta	3
Horquilla trirecta	4
Horquilla polirecta	5
Horquilla interrogante o gancho	6
Horquillas combinadas, gemelas o enlazadas	7
Presilla	8
Raquetoide	9
Diversiforme	10

Nota. En la tabla se detalla los infratipos que presentan los monodeltos, basándose en el análisis morfológico del núcleo del dactilograma en patrones monodélticos. Se reconocen diez configuraciones principales a las que se denomina infratipos.

(i) Horquilla simple

Son crestas continuas, dobladas sobre sí mismas y encajadas unas dentro de otras, a manera de bucles. Su representación terciaria corresponde al dígito uno “1”.

Figura 601

Impresión dactilar de un dextrodelto con núcleo horquilla simple



$\frac{D}{CC}$	/	$\frac{2}{CC}$
1		1

Nota. Impresión dactilar de un dextrodelto. El núcleo presenta una formación de horquilla simple, lo que lo ubica en la clasificación terciaria como infratipo 1. Las crestas papilares fluyen desde el lado izquierdo hacia el delta, rodeando el núcleo sin bifurcaciones complejas. Esta codificación es D/1 si pertenece al dedo pulgar o 2/1 en los demás dedos.

(ii) Horquilla recta

Núcleo ansiforme en horquilla recta con una invasión. Su representación terciaria corresponde al dígito dos “2”.

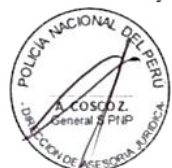


Figura 602

Impresión dactilar de un dextrodelto con núcleo horquilla recta



$\frac{D}{cc}$	/	$\frac{2}{cc}$
2		2

Nota. Impresión dactilar dextrodéltica, cuyo núcleo se caracteriza por una cresta central. En el sistema de codificación se representa como D/2 si pertenece al dedo pulgar o 2/2 para los demás dedos. Tomada del Archivo de Incriminados de la DIRCRI PNP (2025).

(iii) Horquilla birecta

Núcleo ansiforme en horquilla con dos invasiones. Su representación terciaria corresponde al dígito tres "3".

Figura 603

Impresión dactilar de un dextrodelto con núcleo horquilla birecta



$\frac{D}{cc}$	/	$\frac{2}{cc}$
3		3

Nota. Se aprecia en el dactilograma una cresta central que se bifurca en dos ramificaciones simétricas formando su núcleo, correspondiendo al infratipo 3. Su representación gráfica codificada es D/3 para los dedos pulgares y 2/3 en los demás dedos, con el respectivo conteo de crestas papilares: cc/cc. Tomada del Archivo de Incriminados de la DIRCRI PNP (2025).

(iv) Horquilla trirecta

Núcleo ansiforme en horquilla trirecta con tres invasiones. Su representación terciaria corresponde al dígito cuatro "4".

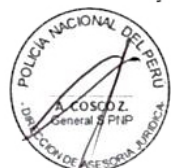


Figura 604

Impresión dactilar de un dextrodelto con núcleo horquilla trirecta



$\frac{D}{cc}$	/	$\frac{2}{cc}$
4		4

Nota. Dextrodelto que presenta una bifurcación de la cresta en tres ramificaciones que se proyectan de manera simétrica desde el eje central del núcleo. Su representación gráfica es D/4 para los dedos pulgares y 2/4 en los demás dedos, con el respectivo conteo de crestas papilares: cc/cc.

(v) Horquilla polirecta

Núcleo ansiforme en horquilla con cuatro invasiones a más. Su representación terciaria corresponde al dígito cinco "5".

Figura 605

Impresión dactilar de un dextrodelto con núcleo horquilla polirecta



$\frac{D}{cc}$	/	$\frac{2}{cc}$
5		5

Nota. Núcleo con cuatro o más invasiones, cuya representación gráfica es D/5 para los dedos pulgares y 2/5 para los demás dedos, y se acompaña del conteo de crestas papilares cc/cc

(vi) Horquilla en interrogante o gancho

Núcleo ansiforme cuya cresta más interna tiene la forma de un símbolo de interrogación o un gancho. Su representación terciaria corresponde al dígito seis "6".



Figura 606

Impresión dactilar de un dextrodelto con núcleo horquilla en interrogante o gancho



$\frac{D}{cc}$	/	$\frac{2}{cc}$
<u>6</u>		<u>6</u>

Nota. En el dactilograma se presenta el núcleo en forma de gancho y su representación gráfica para los dedos pulgares es: D/6; y 2/6 para los demás dedos, acompañado del conteo de crestas. Tomada del Archivo de Incriminados de la DIRCRI PNP (2025).

(vii) Horquillas combinadas, gemelas o enlazadas

Es el núcleo horquillado, cuya parte interna presenta como característica dos o más (gemelas, combinadas o enlazadas). Su representación terciaria corresponde al dígito siete "7".

Figura 607

Impresión dactilar de un dextrodelto con núcleo horquilla combinadas, gemelas o enlazadas



$\frac{D}{cc}$	/	$\frac{2}{cc}$
<u>7</u>		<u>7</u>

Nota. Se observa la presencia de dos o más formaciones horquilladas. Corresponde al infratipo 7, su representación gráfica es D/7 o 2/7, según el dedo, con cc/cc. Tomada del Archivo de Incriminados de la DIRCRI PNP (2025).

(viii) En presilla

Es el núcleo horquillado cuya cresta más interna tiene la forma de un orificio de lazo corredizo. Su representación terciaria corresponde al dígito ocho "8".



Figura 608

Impresión dactilar de un dextrodelto con núcleo en presilla



$\frac{D}{CC}$	/	$\frac{2}{CC}$
8		8

Nota. El núcleo adopta la forma de una presilla. Esta característica la clasifica como infratipo 8 y su representación gráfica es D/8 para los dedos pulgares y 2/8 en los demás dedos. Tomada del Archivo de Inculpatos de la DIRCRI PNP (2025).

(ix) Raquetoide

Es el núcleo constituido por presillas compuestas cuya combinación toma la forma de una raqueta, de donde le viene el nombre. Su representación terciaria corresponde al dígito nueve "9".

Figura 609

Impresión dactilar de un dextrodelto con núcleo raquetoide

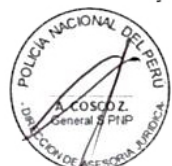


$\frac{D}{CC}$	/	$\frac{2}{CC}$
9		9

Nota. El núcleo presenta una forma raquetoide, lo que le da su denominación, el dactilograma dextrodelto con infratipo 9 y su representación gráfica es D/9 para los dedos pulgares o 2/9 en los demás dedos. Tomada del Archivo de Inculpatos de la DIRCRI PNP (2025).

(x) Diversiformes

Son los núcleos en asa que tienen formas completamente diferentes de los casos



anteriormente descritos. Su representación terciaria corresponde al dígito diez "10".

Figura 610

Impresión dactilar de un dextrodelto con núcleo diversiforme



$\frac{D}{cc}$	/	$\frac{2}{cc}$
10		10

Nota. El núcleo presenta una forma, distinta a las horquillas o presillas. Este tipo representa a un dextrodelto con infratipo 10 dentro de la clasificación terciaria y se representa como D/10 para los dedos pulgares o 2/10 en los demás dedos, así como el conteo de crestas papilares cc/cc.

Tabla 54

Clasificación de los dextrodeltos, su representación gráfica y cromática

Clasificación monodéltica	Representación primaria	Representación Secundaria	Clave cromática
Dextrodelto	D o 2	cc	

Nota. Los dextrodeltos se representan gráficamente con la letra D para el dedo pulgar y con el número 2 para los demás dedos, su representación secundaria es el conteo de crestas y su clave cromática es el color amarillo.

(2) Sinistrodelto

Comprende diez categorías, al igual que los dextrodeltos. Se representa de igual forma que dichos monodeltos, con la diferencia de que en el numerador se debe colocar la letra "S", para los dedos pulgares, o la cifra "3" cuando se refiere a los demás dedos.

(a) Clasificación primaria o tipo

Dactilograma que presenta un delta al lado izquierdo del observador, su representación para los dedos pulgares es la letra "S" mayúscula y cuando se trata de los otros dedos es el dígito "3".



Figura 611
Impresión dactilar de un sinistrodelto



Denominación	Sinistrodelto
Representación gráfica	S o 3

Nota. El dactilograma representa a un sinistrodelto, por la ubicación del delta en el lado izquierdo y se representa con la letra S para el dedo pulgar y el número 3 para los demás dedos. Tomada del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

(b) Clasificación secundaria o subtipo

Constituye la cuenta de crestas existentes entre el punto nuclear y el punto déltico, a través de la línea de Galton, que las une. No se contabilizan las crestas que conforman el núcleo ni el delta, por estar considerados como una unidad.

Figura 612
Impresión dactilar de un sinistrodelto con dibujo de la línea de Galton



Denominación	Sinistrodelto con dieciocho crestas papilares.
Representación gráfica	$\frac{S}{18} \quad \frac{o}{18}$

Nota. Se observa una impresión dactilar de un sinistrodelto, con el respectivo conteo de dieciocho crestas papilares desde el punto nuclear hacia el punto déltico. Tomada del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

(c) Clasificación terciaria o infratipo

La clasificación nuclear sinistrodéltica comprende diez categorías, al igual que los dextrodeltos, representándose de la misma forma que dichos monodeltos. La diferencia



radica en que, en el numerador, se debe colocar la letra "S" cuando se trate de los dedos pulgares, y la cifra "3" para los demás dedos.

Tabla 55

Clasificación de los sinistrodeltos, su representación gráfica y cromática

Clasificación monodéltica	Representación primaria	Representación Secundaria	Clave cromática
Sinistrodelto	S o 3	cc	

Nota. Los sinistrodeltos se representan gráficamente con la letra "S" para los dedos pulgares y con el número 3 para los demás dedos, su representación secundaria es el conteo de crestas y su clave cromática es el color negro.

Figura 613

Impresiones dactilares de la clasificación terciaria de tipo monodelto.



Nota. Diez tipos de núcleos que presentan los monodeltos de clasificación primaria (dextrodeltos y sinistrodeltos), los cuáles en función a su orientación permiten obtener la tercera clasificación. Es importante en la identificación forense, especialmente en casos donde las impresiones latentes presentan formas simplificadas o fragmentadas.

(3) Condiciones mínimas de los monodeltos

(a) Primer caso

- (i) La presencia de un núcleo ansiforme de cabeza redondeada, libre y aislada.



- (ii) La presencia de un delta definido.
- (iii) La presencia de una cresta paralela a las ramas, del núcleo y delta

Figura 614

Gráfico de la primera condición mínima de núcleos de infratipos para monodeltos



Nota. Núcleo de cabeza redondeada, una cresta para el conteo y un delta, esta primera regla es de suma importancia para que un dactilograma sea considerado como tipo monodelto.

(b) Segundo caso

- (i) La presencia de un núcleo ansiforme de cabeza redondeada, aislada e invadida.
- (ii) La concurrencia de un delta definido.

Figura 615

Gráfico de la segunda condición mínima de núcleos de infratipos para monodeltos



Nota. Núcleo de cabeza redondeada invadido y un delta, esta segunda regla también es de suma importancia para que un dactilograma sea considerado como tipo monodelto.

iii) Clasificación bidéltica

(1) Clasificación primaria o tipo

Se denomina bidelto o verticilo al dactilograma que presenta dos deltas, pudiendo el sistema nuclear, generatriz del dibujo, estar conformado por figuras en vórtice o por biansiformes que originan dos deltas. Estas biansiformes pueden adoptar la forma verticilar o también ganchosa (delta lateral). Por lo tanto, se debe recordar que todo verticilo es bidelto, pero no todo bidelto



es verticilo. A los dactilogramas bideltos o verticilos se les representa con la letra mayúscula “V” para los dedos pulgares, y con el número “4” cuando se trata de los demás dedos.

Figura 616
Impresión dactilar de dos bideltos



Denominación	Bideldo
Representación gráfica	V o 4

Nota. Dactilogramas de tipología bideldo o verticilo, por la presencia de dos deltas uno al lado derecho y el otro al lado izquierdo, están formados por figuras en vórtice o por biansiformes y se representa con la letra “V” para los dedos pulgares y el número 4 para los demás dedos. Tomada del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

(2) Clasificación secundaria o subtipo

La clasificación secundaria de los bideltos en nuestro sistema se desarrolla en base a tres subtipos: intradelto, mesodelto y extradelto.

(a) Intradelto (i)

Se presenta cuando la cresta que hace base al delta izquierdo del observador, en su desplazamiento hacia la derecha, se interna hacia el núcleo, pasando por encima del delta derecho. Se le representa con la letra “i” minúscula.

Figura 617
Impresión dactilar de un bideldo intradelto



Denominación	Bideldo Intradelto.
Representación gráfica	$\frac{V}{i}$ o $\frac{4}{i}$

Nota. El dactilograma representa a un bideldo intradelto, se le denomina así cuando la primera cresta que hace base al delta izquierdo en su recorrido se introduce hacia al centro del dactilograma y su representación es V/i para los dedos pulgares y 4/i para los demás dedos. Tomada del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

(b) Mesodelto (m)

Cuando la cresta que hace base al delta izquierdo del observador, en su desplazamiento llega hasta el otro extremo del dactilograma, haciendo base al delta derecho. Se le representa con la letra "m" minúscula.

Figura 618

Impresión dactilar de un bidelto mesodelto



Denominación	Bidelto Mesodelto.
Representación gráfica	$\frac{V}{m}$ o $\frac{4}{m}$

Nota. Representación de un bidelto mesodelto, se le denomina así cuando la primera cresta que hace base al delta izquierdo en su recorrido también hace base al delta derecho y su representación es V/m para los dedos pulgares y 4/m para los demás dedos. Tomada del Archivo de Incriminados de la DIRCRI PNP (2025).

(c) Extradelto (e)

Cuando la cresta que hace base al delta izquierdo del observador, en su desplazamiento llega hasta el otro extremo del dactilograma, pasando por debajo del delta derecho. Se le representa con la letra "e" minúscula.

Figura 619

Impresión dactilar de un bidelto extradelto



Denominación	Bidelto Extradelto.
Representación gráfica	$\frac{V}{e}$ o $\frac{4}{e}$

Nota. Representación de un bidelto extradelto, se le denomina así cuando la primera cresta que hace base al delta izquierdo en su recorrido pasa por debajo del delta ubicado al lado derecho y su representación es V/e para los dedos pulgares y 4/e para los demás dedos. Tomada del Archivo de Incriminados de la DIRCRI PNP (2025).



(3) Clasificación terciaria o infratipo

La clasificación terciaria de los bideltos, se basa en la configuración nuclear, la cual presenta una gran variedad. Los tipos bidélticos comprenden diez categorías, que se deducen de forma análoga a la clasificación terciaria monodéltica.

(a) Bidelto circular

Son aquellos dactilogramas, cuyo núcleo verticilar adopta la forma de aro o anillo; se requiere que sólo la cresta más interna sea circular aislada, aunque las otras crestas se desarrollen diferentemente.

Figura 620

Impresión dactilar de un bidelto con núcleo circular



$\frac{V}{e}$	/	$\frac{4}{e}$
1		1

Nota. Dactilograma con tipología bidelto, cuyo núcleo tiene la forma de un aro o anillo cresta central. Le corresponde el dígito "1", dentro de la clasificación terciaria. Se representa como V/1 para los dedos pulgares o 4/1 para los demás dedos. Tomada del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

(b) Bidelto ovoidal

Son los dactilogramas verticales, cuya cresta más interna semeja la figura geométrica de un ovoide, pudiendo adoptar también la forma elíptica y las demás crestas en forma circular o espiral.

Figura 621

Impresión dactilar de un bidelto con núcleo ovoidal



$\frac{V}{i}$	/	$\frac{4}{i}$
2		2

Nota. Dactilograma con tipología bidelto, cuyo núcleo tiene la forma de un ovoide. Le corresponde el dígito "2" dentro de la clasificación terciaria. Se representa como V/2 para los dedos pulgares o 4/2 para los demás dedos. Tomada del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).



(c) Bidelto espiral simple

Son los dactilogramas verticales que presentan la cresta más interna del núcleo desvuelta como la cuerda del reloj; a excepción de aquellas que se inician con círculo o con ovoide, por estar éstos considerados en las clases anteriores. Su clasificación para el infratipo le corresponde el dígito “3” dentro de la clasificación terciaria.

Figura 622

Impresión dactilar de un bidelto con núcleo espiral levógiro



$\frac{V}{m}$	/	$\frac{4}{m}$
3L		3L

Nota. Tipología bidelto, cuyo núcleo tiene la forma de un espiral levógiro. Le corresponde el dígito “3”, acompañado de la letra “L”, ya que el giro de la espiral es para el lado izquierdo. Se representa como V/3L para los dedos pulgares o 4/3L para los demás dedos, después de su representación primaria y secundaria.

Figura 623

Impresión dactilar de un bidelto con núcleo espiral dextrógiro



$\frac{V}{i}$	/	$\frac{4}{i}$
3D		3D

Nota. Tipología bidelto, cuyo núcleo tiene la forma de un espiral dextrógiro. Le corresponde el dígito “3”, acompañado de la letra “D”, ya que el giro de la espiral es para el lado derecho. Se representa como V/3D para los dedos pulgares o 4/3D para los demás dedos, después de su representación primaria y secundaria. Tomada del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).



(d) Bidelto espiral compuesto

Son los dactilogramas verticales, cuyo núcleo se genera por la combinación de dos o más líneas espirales de orientación contraria. Su clasificación para el infratipo le corresponde el dígito "4" dentro de la clasificación terciaria. Su clasificación para el infratipo le corresponde el dígito "4" dentro de la clasificación terciaria.

Figura 624

Impresión dactilar de un bidelto con núcleo espiral compuesto derecho



$\frac{V}{i}$	/	$\frac{4}{i}$
4D		4D

Nota. Dactilograma de forma vertical, cuyo núcleo tiene la combinación de dos líneas espirales. En el sistema de codificación para el infratipo dentro de la clasificación terciaria le corresponde el dígito "4", acompañado de la letra "D", ya que el giro de la espiral es para el lado izquierdo. Se representa como V/4D para los dedos pulgares o 4/4D para los demás dedos, después de su representación primaria y secundaria.

Figura 625

Impresión dactilar de un bidelto con núcleo espiral compuesto izquierdo



$\frac{V}{i}$	/	$\frac{4}{i}$
4L		4L

Nota. Se observa un dactilograma de forma vertical, cuyo núcleo se caracteriza por tener la combinación de dos líneas espirales. En el sistema de codificación para el infratipo dentro de la clasificación terciaria le corresponde el dígito "4", acompañado de la letra "L", ya que el giro de la espiral es para el lado izquierdo. Se representa como V/4L para los dedos pulgares o 4/4L para los demás dedos, después de su representación primaria y secundaria.



(e) Bidelto deltocentral

Son los dactilogramas verticales cuyo núcleo configura un delta más interno y otro, contrariamente, alejado de dicha cresta. Para determinar esta categoría con precisión, se requiere que la línea de Galton trazada hacia el delta más próximo, no debe cortar más de diez crestas, y que, hacia el otro delta, se totalice el doble o más de este número.

Figura 626

Impresión dactilar de un bidelto con núcleo deltocentral



$$\frac{V}{i} / \frac{4}{i}$$
$$\frac{5}{5}$$

Nota. Dactilograma de forma vertical, cuyo núcleo conforma un delta más interno y el otro más alejado. En el sistema de codificación para el infratipo dentro de la clasificación terciaria le corresponde el dígito "5", después de su representación primaria y secundaria. Tomada del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).

(f) Bidelto deltolateral

Son los dactilogramas cuya configuración nuclear, a diferencia de las clases verticales, está constituida por la combinación de dos asas, una de las cuales es de forma de horquilla recta o normal; a la que bordea otra de forma ganchosa y las colas de ambas asas se dirigen a un mismo lado y en sentido opuesto a los deltas.

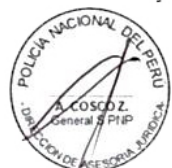
Figura 627

Impresión dactilar de un bidelto con núcleo deltocentral



$$\frac{V}{i} / \frac{4}{i}$$
$$\frac{6}{6}$$

Nota. Dactilograma que está constituido por la combinación de asas, horquilla y ganchosa, y las colas de ambas se dirigen a un mismo lado opuesto a la ubicación del delta. Le corresponde el dígito "6", después de su representación primaria y secundaria. Tomada del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).



(g) Bidelto dextroganchoso

Son dactilogramas que tienen el núcleo formado por la combinación de dos asas que difieren del tipo anterior, por ser en este caso las dos ganchosas. El tipo se configura cuando el asa volteada; es decir, aquella que presente la cabeza redondeada hacia el pliegue de flexión queda situada hacia el lado derecho del observador y los deltas se ubican a ambos lados, derecho e izquierdo del observador.

Figura 628

Impresión dactilar de un bidelto con núcleo dextroganchoso



$\frac{V}{i}$	/	$\frac{4}{i}$
7		7

Nota. Dactilograma constituido por la combinación de dos asas con forma ganchosa, y presente la cabeza redondeada hacia el pliegue, siendo ubicada al lado izquierdo del observador. Le corresponde el dígito "7". Tomada del Archivo de Incriminados de la DIRCRI PNP (2025).

(h) Bidelto sinistroganchoso

Son dactilogramas que sólo difieren del caso anterior, en la ubicación de las asas que en este caso aparecen inversamente; es decir, el asa invertida está a la izquierda del observador.

Figura 629

Impresión dactilar de un bidelto con núcleo sinistroganchoso



$\frac{V}{e}$	/	$\frac{4}{e}$
8		8

Nota. Dactilograma que, presente la cabeza redondeada hacia el pliegue, siendo ubicada al lado derecho del observador. Le corresponde el dígito "8", después de su representación primaria y secundaria. Tomada del Archivo de Incriminados de la DIRCRI PNP (2025).



(i) Bidelto raquetoides

Son dactilogramas que presentan el núcleo a manera de una raqueta de tenis con las crestas sujetas a un eje central, pero en su desarrollo algunas de éstas se independizan curvándose para dar la condición verticilar, generando dos deltas perfectamente definidos.

Figura 630

Impresión dactilar de un bidelto con núcleo raquetoides



$\frac{V}{e}$	/	$\frac{4}{e}$
9		9

Nota. Dactilograma en el que se observa el núcleo adoptando la forma de una raqueta. Le corresponde el dígito “9”, después de su representación primaria y secundaria. Tomada del Archivo de Incriminados de la DIRCRI PNP (2025).

(j) Bidelto diversiforme

Son los dactilogramas que presentan el núcleo en formas diferentes a las clases ya descritas.

Figura 631

Impresión dactilar de un bidelto con núcleo diversiforme



$\frac{V}{i}$	/	$\frac{4}{i}$
10		10

Nota. Dactilograma que, presenta núcleos de formas diferentes a los casos descritos anteriormente. En el sistema de codificación para el infratipo dentro de la clasificación terciaria le corresponde el dígito “10”.



Tabla 56

Clasificación de los bideltos, su representación gráfica y cromática

Clasificación bidéltica	Representación primaria	Representación Secundaria	Clave cromática
Bidello	V o 4	i, m, e	

Nota. Los bideltos se representan gráficamente con la letra V para el dedo pulgar y con el número 4 para los demás dedos, su representación secundaria puede ser intradelto, mesodelto o extradelto y su clave cromática es el color verde.

(4) Condiciones mínimas de los bideltos (Manual de Identificación de la PIP, 1983).

- (a) La presencia de un círculo u ovoide; encuéntrase invadido o no y dos deltas definidos.
- (b) Una cresta que se desarrolla en espiral, con más de un giro sobre su eje y dos deltas definidos.
- (c) Dos crestas entrelazadas con más de medio giro sobre su eje; y dos deltas definidos.
- (d) La presencia de una cresta en forma de “s”, para los casos de núcleos sinuosos y dos deltas definidos.
- (e) La presencia de una cresta horquillada ganchosa; y dos deltas definidos.
- (f) La presencia de dos horquillas de cabeza redondeada libres, aisladas; y dos deltas definidos.

Figura 632

Ejemplos de condiciones mínimas de bideltos



Nota. Cuando se aprecien estos núcleos a simple vista, ya deben ser considerados como bideltos por cumplir las condiciones mínimas.

(5) Observaciones a la regla para los bideltos

- Cuando la cresta que hace base al delta de la izquierda, en su desplazamiento se interrumpe, se toma la inmediata inferior o sea una cresta continua que llegue hasta el otro extremo del dactilograma, para aplicar de esta manera cualquiera de los tres subtipos señalados anteriormente.
- Cuando la cresta que hace base en el delta izquierdo, en su desplazamiento se bifurca, siempre debe tomarse la rama más cercana al núcleo.
- Cuando la cresta que hace base al delta izquierdo en su desplazamiento forma parte del delta de la derecha, ya sea en la fusión o aproximación del sistema nuclear, se considera un intradelto.
- Cuando el delta izquierdo esta más arriba que el delta derecho automáticamente se considera un Intradelto, siempre y cuando no haya interrupciones; en estos casos se seguirá una cresta continua para definir el subtipo.
- Cuando el delta izquierdo este por debajo del delta derecho automáticamente se considera que es un extradelto.

iv) Clasificación tridéltica

(1) Clasificación primaria o tipo

Son los dactilogramas que tienen configuración nuclear especial y presentan tres figuras délticas. Se le representa por la letra "T" mayúscula, cuando se trata de dactilogramas correspondientes a los dedos pulgares y por el número "5" para los demás dedos.

Figura 633
Impresión dactilar de un tridelto



Denominación	Tridelto
Representación gráfica	T o 5

Nota. Dactilograma que representa a un tridelto, por la presencia de tres deltas y dos núcleos estos pueden ser iguales o combinados, vale decir, verticales o en horquilla, se representa con la letra T para los dedos pulgares y el número 5 para los demás dedos. Tomada del Archivo de Inculcados de la DIRCRI PNP (2025).



(2) Clasificación secundaria o subtipo

(a) Trideltos definidos (d)

Dactilogramas cuyo núcleo está formado por la concurrencia de crestas ansiformes y verticales, y que en su desarrollo generan tres deltas perfectos. El tercer delta se puede observar y se encuentra libre de los núcleos.

Figura 634

Impresión dactilar de un tridecto definido



Denominación	Tridecto Definido.
Representación gráfica	$\frac{T}{d}$ o $\frac{5}{d}$

Nota. El dactilograma representa a un tridecto definido, se le denomina así cuando el tercer delta ubicado en el centro está libre o separado de los dos núcleos y se puede apreciar a simple vista. Su representación es T/d para los dedos pulgares y 5/d para los demás dedos.

(b) Tridecto indefinido (i)

Dactilogramas de núcleos ansiformes y verticales, con desarrollo irregular, que presentan dos deltas perfectamente definidos y el tercero incorrecto, el cual no se puede observar o está pegado, a uno de los núcleos o a los dos, que generalmente es el más interno.

Figura 635

Impresión dactilar de un tridecto indefinido



Denominación	Tridecto Indefinido.
Representación gráfica	$\frac{T}{i}$ o $\frac{5}{i}$

Nota. Dactilograma que representa a un tridecto indefinido, se le denomina así cuando el tercer delta se encuentra ubicado en el centro del dactilograma y está pegado o forma parte de uno o de los dos núcleos; además, en algunos casos no se puede apreciar a simple vista. Su representación es T/i para el dedo pulgar y 5/i para los demás dedos.



Tabla 57

Clasificación de los tridelto, su representación gráfica y cromática

Clasificación trideltica	Representación primaria	Representación Secundaria	Clave cromática
Tridelto	T o 5	d, i	

Nota. Los tridelto se representan gráficamente con la letra T para el dedo pulgar y con el número 5 para los demás dedos, su representación secundaria puede ser definido o indefinido, y su clave cromática es el color morado. Los tridelto no cuentan con infratipos por ser dactilogramas muy escasos.

g) Clave cromática

Es la que está integrada por círculos de colores que simbolizan los cinco tipos primarios de la clasificación dactiloscópica, los cuales se adhieren en las pestañas de las guías dactilares y en los tarjeteros de los archivadores. El orden cromático permite una identificación rápida, ordenada y visualmente efectiva de los diferentes tipos de impresiones que se almacenan en el archivo. La clave cromática se representa de la siguiente manera:

- i) El color rojo representa al tipo adelto.
- ii) El color amarillo representa al tipo dextrodelto.
- iii) El color negro representa al tipo sinistrodelto.
- iv) El color verde representa al tipo bidelto.
- v) El color morado representa al tipo tridelto.

Tabla 58

Las claves cromáticas de los tipos primarios de la clasificación dactiloscópica

Clasificación dactiloscópica	Representación primaria en dedos pulgares	Representación primaria en los otros dedos	Clave cromática
Adelto	A	1	
Dextrodelto	D	2	
Sinistrodelto	S	3	
Bidelto	V	4	
Tridelto	T	5	

h) Fórmula dactiloscópica

Es la representación gráfica mediante letras y números de cada uno de los dactilogramas de los diez dedos, colocados unos a continuación de otros empezando por el pulgar derecho y concluyendo con el auricular izquierdo. La representación secundaria y terciaria, se anotará en los dedos, en forma de



quebrado complejo. La fórmula de los índices, se denomina “indicador dactilar”. Además, el tercer elemento de la fórmula de los índices, representa la clasificación terciaria de los mismos.

Figura 636

Fotografía de una tarjeta decadactilar con su fórmula dactiloscópica

Nota. Tomada del Archivo de Incriminados de la DIRCRI PNP (2025).

i) Teratología dactilar

La teratología estudia las anomalías que se presentan en los seres vivos. La teratología dactilar trata de las anomalías que se presentan en los dedos de las manos. Pueden ser congénitos o adquiridos.

i) Anomalías congénitas

Se manifiesta desde el nacimiento, ocurrido en el desarrollo embrionario durante el parto o a por un defecto hereditario; se dividen en: polidactilia, sindactilia, adactilia, ectrodactilia y macrodactilia.

- (1) Polidactilia, es cuando la persona nace con más de cinco dedos.

Figura 637

Polidactilia



Nota. Esta anomalía se representa las letras “Pd”, para cualquier dedo donde se presente.



- (2) Sindactilia: es cuando los dedos están unidos por una membrana.

Figura 638

Sindactilia



Nota. Esta teratología se representa con las letras "Sd".

- (3) Adactilia: se presenta cuando la persona nace sin dedos.

Figura 639

Adactilia



Nota. Esta anomalía se representa con las letras "Ad".

- (4) Ectrodactilia: es cuando la persona nace con menos de cinco dedos.

Figura 640

Ectrodactilia



Nota. Esta anomalía se representa con las letras "Ed".



- (5) Macroductilia: es cuando la persona nace con los dedos grandes.

Figura 641

Macroductilia



Nota. Esta anomalía se representa con las letras "Md" para cualquier dedo donde se presente.

ii) Anomalías adquiridas

Son aquellas que se presentan en las manos de las personas por enfermedad, lesión o accidentes en los dedos; se dividen en: inclasificables, amputados y anquilosados.

- (1) Inclasificables: es cuando el dactilograma no es legible, ya sea por desgaste de las crestas papilares debido a ciertos tipos de trabajo, por enfermedades o accidentes que comprometan la dermis, no pudiendo determinar su tipología o clasificación primaria por ignorarse la real conformación nuclear. Sin embargo, puede permitir realizar el estudio de homologación mediante el acotamiento de características

Figura 642

Anomalía inclasificable



Nota. Esta anomalía adquirida se representa gráficamente con la letra "X" para cualquier dedo donde se observe.



- (2) Amputados: es cuando hay ausencia parcial o total de un dedo a consecuencia de accidente o intervención quirúrgica.

Figura 643
Anomalia amputado



Nota. Esta teratología se representa con la letra "O".

- (3) Anquilosados: es cuando uno o más dedos se presentan encorvados, endurecidos o contraídos a consecuencia de alguna enfermedad o lesión, de tal manera que dificulta la toma de la impresión digital completa.

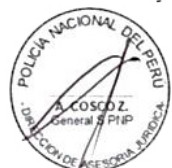
Figura 644
Anomalia anquilosado



Nota. Esta anomalía se representa con la letra "K".

Tabla 59
Anomalías dactilares congénitas y adquiridas con su representación gráfica

Tipos de anomalías		Representación gráfica
Anomalías congénitas	Polidactilia	Pd.
	Sindactilia	Sd.
	Adactilia	Ad.
	Ectrodactilia	Ed.
	Macroductilia	Md.
Anomalías adquiridas	Inclasificable	X
	Amputado	O
	Anquilosado	K



5) Quiroscopía

Esta palabra proviene de dos vocablos griegos: *kheir*, que significa “mano” y *skopien*, que significa “observar, examinar o estudio”, lo que literalmente significa “estudio de la palma de la mano”. Este neologismo fue acuñado por el español Florentino Santa María Beltrán, quien se desempeñó como jefe de Identificación de la Guardia Civil Española. En esencia, la quiroscopía es la ciencia que constituye una rama especializada de la papiloscopía que se ocupa del estudio morfológico de las crestas papilares presentes en la palma de la mano, con fines de identificación humana dentro del ámbito forense.

Su relevancia es equiparable a la dactiloscopía, ya que las huellas palmares suelen encontrarse en escenas del crimen, cuando los implicados apoyan las manos sobre superficies del entorno, dejando impresiones latentes aprovechables para la investigación. Aunque estas se presenten con menor frecuencia que las huellas dactilares, su valor probatorio es igualmente significativo. Cabe señalar que el procedimiento de toma, clasificación y archivo de impresiones palmares es más complejo y laborioso. No obstante, en el Perú con la implementación del AFIS, la quiroscopía ha adquirido una mayor aplicación práctica, tanto con fines de identificación de personas o para la resolución de casos criminales.

a) Quirograma

Es el conjunto anatómico de crestas papilares que presenta la palma de la mano. Se denomina también quirograma, al estampado del dibujo papilar y su representación con fines didácticos o de estudio.

b) Impresión palmar

Es la figura que se deja sobre un papel o superficie adecuada, con la palma de la mano previamente entintada para fines de identificación.

c) Huella palmar

Es la marca generalmente invisible, que se deja al simple contacto de la palma de la mano sobre un objeto o una superficie capaz de recibirla, ya sea de forma voluntaria o involuntaria, visibles, semivisibles o invisibles. Para visualizarlas se requiere del uso de reactivos químicos o físicos.

d) Regiones y puntos de referencia de la palma de la mano.

i) Regiones

Para el estudio de la palma de la mano y sus tipologías, se ha dividido en tres regiones, trazando una recta sobre el pliegue de flexión y luego de la parte media, una perpendicular hasta el talón de la mano, quedando subdividida de esta manera en tres regiones llamadas: región hipotenar, región superior y región tenar.

ii) Puntos de referencia

Permiten la subclasificación de la tipología quiroscópica en:

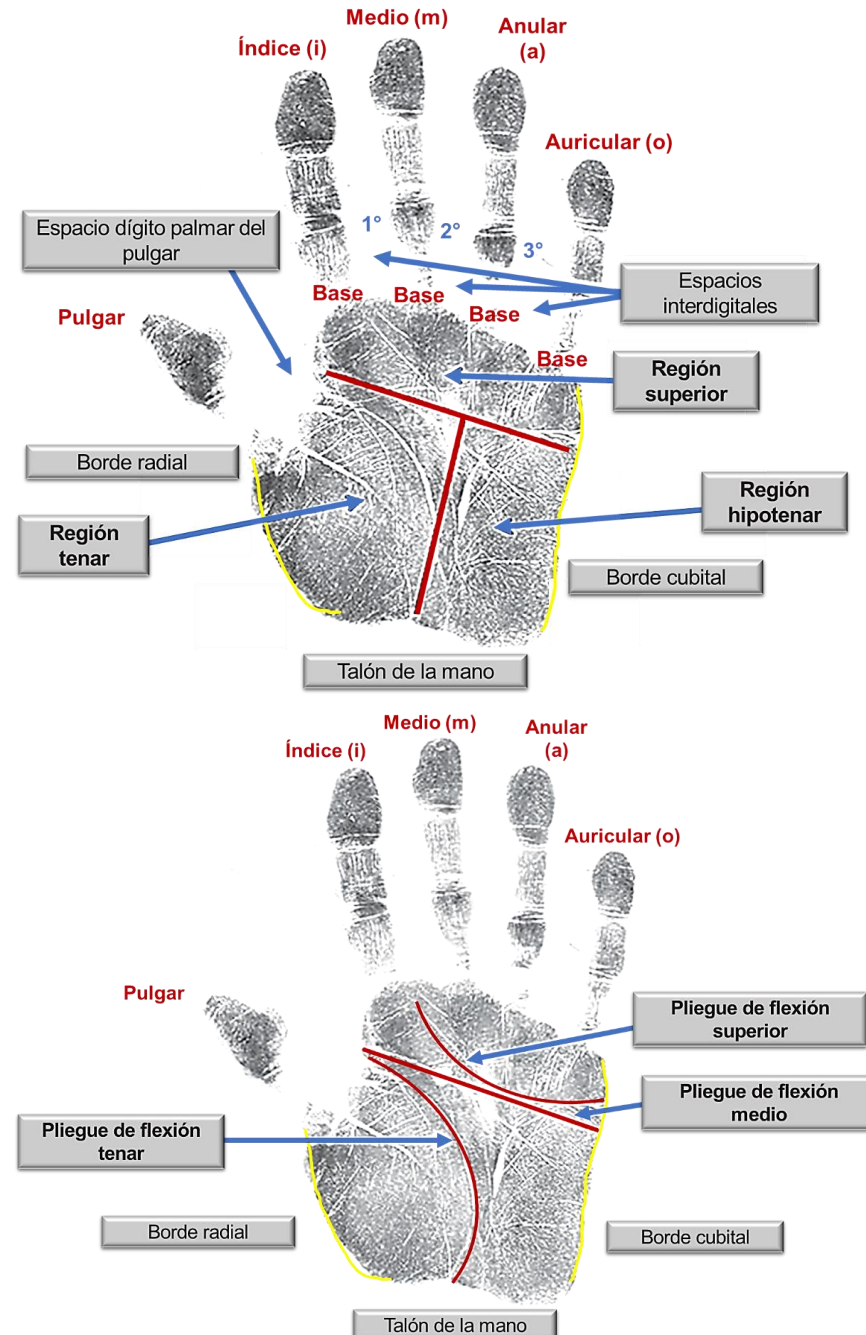
- (1) Borde radial y borde cubital. Los cuales siguen la misma dirección de los huesos del antebrazo, recibiendo los nombres de los huesos cubito y radio.
- (2) Espacio digito palmar del pulgar
- (3) Espacios interdigitales
- (4) 1er. Espacio, entre los dedos índice y medio.



- (5) 2do. Espacio, entre los dedos medio y anular.
- (6) 3er. Espacio, entre los dedos anular y auricular.
- (7) Pliegues de flexión palmar: pliegue de flexión superior, pliegue de flexión medio y pliegue de flexión tenar.

Figura 645

Regiones, puntos de referencia y pliegues de flexión de la palma de la mano



Nota. Representaciones de las tres regiones de la palma de la mano, considerando la denominación de los dedos y sus partes, de los pliegues de flexión y su denominación; así como, señalando los puntos de referencia que nos permiten determinar la clasificación en tipos, subtipos y divisiones. Adaptado del Cuaderno de prácticas de identificación forense. Rodas F. (2016).

e) Clasificación

i) Región hipotenar

Comprendida por la parte externa de la mano o borde cubital desde el pliegue de flexión superior de la palma de la mano hasta el centro del talón de la mano hacia el pliegue de flexión medio. Esta región presenta cuatro tipos fundamentales: tipos anucleados, tipos bucleados, tipos doble bucle y tipos verticilos.

Tabla 60

Los cuatro tipos fundamentales de la clasificación quiroscópica en la región hipotenar y su representación gráfica

Tipos	Representación gráfica
Anucleados	A
Bucleados	B
Doble bucle	D
Verticilos	V

(1) Tipos anucleados

Son todos aquellos quirogramas que carecen de núcleo y que están conformados por un conjunto de crestas paralelas sucesivas que adoptan una semi curvatura o forma de arco, presentan delta. Está representado gráficamente por la letra “A” y se presentan dos subtipos.

(a) Anucleado externo o puro

Quirograma constituido por crestas sucesivas o superpuestas una tras otras en forma de arcos con orientación hacia el exterior o borde cubital, observándose un delta que casi siempre está orientado hacia el borde cubital, el cual algunas veces no se presenta y otras veces no es visible. Se representa con la letra “A” mayúscula.

Figura 646

Subtipo anucleado externo o puro



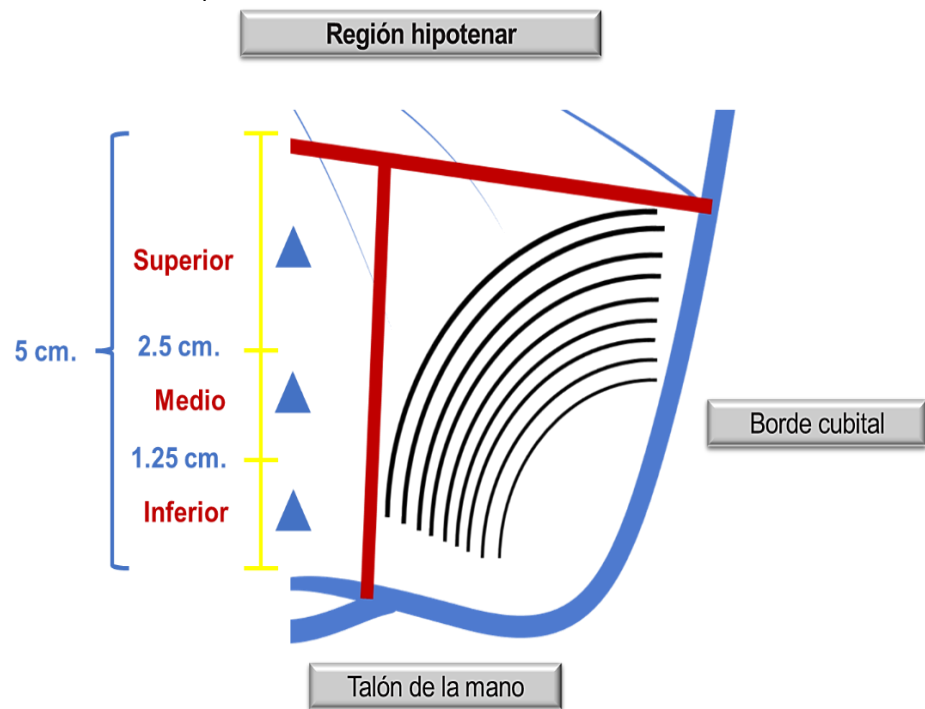
Nota. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

(b) Anucleado interno

Es el quirograma formado por dibujos papilares, cuya constitución de crestas sucesivas en curvatura, determinan una convexidad orientada hacia el centro de la palma de la mano, presentando un delta que casi siempre se ubica cerca de la línea divisoria de la región tenar siendo visible en todos los casos. Se representa con la letra "A" mayúscula, que va como numerador para el tipo y la situación o ubicación del delta, determina tres divisiones de este subtipo. Para establecer si es un anucleado interno, ya sea, inferior, medio o superior, se trazará una línea imaginaria de 5 cm, desde el talón de la mano y pasará por el centro de la región hipotenar y tenar hasta el pliegue de flexión medio donde inicia la región superior.

Figura 647

Divisiones del subtipo anucleado interno



Nota. Rango de medidas que determinan las tres divisiones del subtipo.

(i) Anucleado interno inferior

Se denomina así cuando presenta el delta en la parte inferior de la palma de la mano; vale decir, comprendido dentro del primer segmento de 1.25 cm. de la línea imaginaria de 5 cm. Se representa con la letra "A" en mayúscula como numerador y la letra "i" minúscula como denominador.

(ii) Anucleado interno medio

Cuando el anucleado interno presenta el delta casi al centro del quirograma; es decir, comprendido dentro del segundo segmento de 1.25 cm. de la línea imaginaria. Se representa con la letra "A" en mayúscula como numerador y la letra "m" minúscula como denominador.

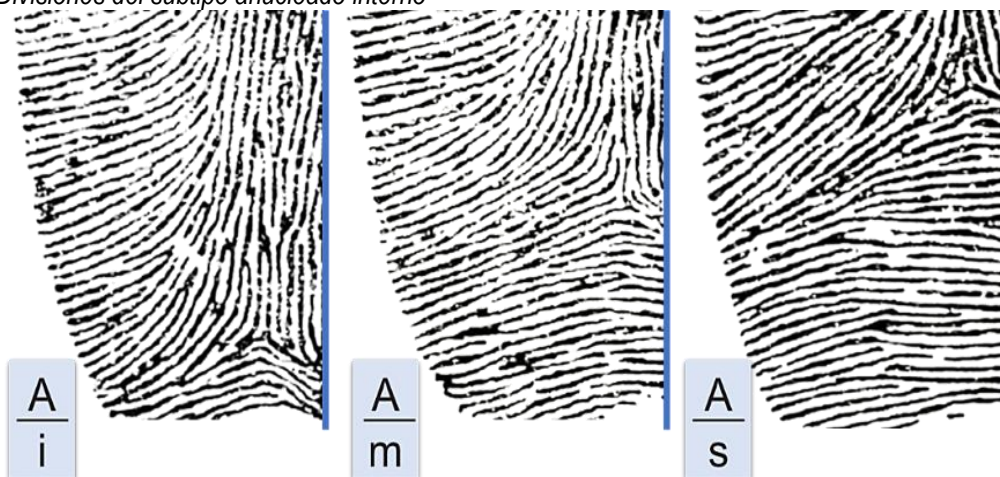


(iii) Anucleado interno superior

Se presenta cuando el anucleado interno tiene el delta arriba de la parte central del quirograma; es decir, se encuentra comprendido dentro del tercer segmento correspondiente a la medida de 2.50 cm. de la línea imaginaria. Se representa con la letra “A” mayúscula como numerador y la letra “s” minúscula como denominador.

Figura 648

Divisiones del subtipo anucleado interno



Nota. Ilustraciones adaptadas y tomadas como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

(2) Tipos bucleados

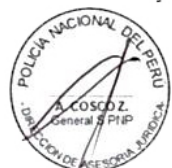
Es el quirograma conformado por crestas papilares en forma de asas encajadas unas en otras en forma de bucles, que predisponen la existencia de dos deltas, de los cuales uno siempre es visible. Se representa con la letra “B” mayúscula. Este tipo se clasifica en dos subtipos bucleado externo y bucleado interno, clasificación que obedece a la orientación que tenga la cabeza del bucle.

(a) Bucleado externo

Son los bucleados que se dirigen hacia el exterior del quirograma o borde cubital. Estos presentan tres divisiones: infradéltico, mesodéltico y supradéltico, según la posición del bucleado con relación al delta. Para un mayor entendimiento y comprensión, fragmentaremos los nombres: “infra”- “déltico”, que significará, abajo del delta; “meso”- “déltico”, que significará, al nivel del delta; y “supra”- “déltico”, que significará, arriba del delta. Se representa con la letra “B” mayúscula para el tipo y colocándose la letra “e” minúscula como exponente que nos indica el subtipo.

(i) Bucleado externo infradéltico

Es el quirograma que está conformado por la presencia de un bucle con la cabeza orientada hacia el borde cubital y su cola pasa por debajo del delta interno. Se representa con la letra “B” mayúscula como numerador, con su exponente “e” minúscula y la letra “i” minúscula como denominador.



(ii) Bucleado externo mesodéltico

Es el quirograma formado por un bucle con la cabeza orientada hacia el borde cubital, presentando el delta al pie de la cola del bucle, a manera de pino. Se representa con la letra “B” mayúscula como numerador, con su exponente “e” minúscula y la letra “m” minúscula como denominador.

(iii) Bucleado externo supradéltico

Es el quirograma formado por un bucle cuya cabeza orientada hacia el borde cubital y su cola pasa por encima del delta interno. Se representa con la letra “B” mayúscula como numerador, con su exponente “e” minúscula y la letra “s” minúscula como denominador.

Figura 649

Divisiones del subtipo bucleado externo



Nota. Ilustraciones adaptadas y tomadas como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

(b) Bucleado interno

Está formado por bucles que ingresan al interior del quirograma y estos a su vez presentan tres divisiones: bucleado interno cercano, bucleado interno medio y bucleado interno separado, según el conteo de crestas desde el punto nuclear hasta el punto déltico. Cabe señalar que, siempre se tomará para el conteo de crestas el delta superior al bucleado. Se representa con la letra “B” mayúscula para el tipo y colocándose la letra “i” minúscula como exponente, que nos indica el subtipo.

(i) Bucleado interno cercano

Se da cuando la cuenta de crestas entre el punto nuclear y el punto déltico superior es de uno a catorce (1-14) crestas. Se representa con la letra “B” mayúscula como numerador, con su exponente “i” minúscula y la letra “c” minúscula como denominador.

(ii) Bucleado interno medio



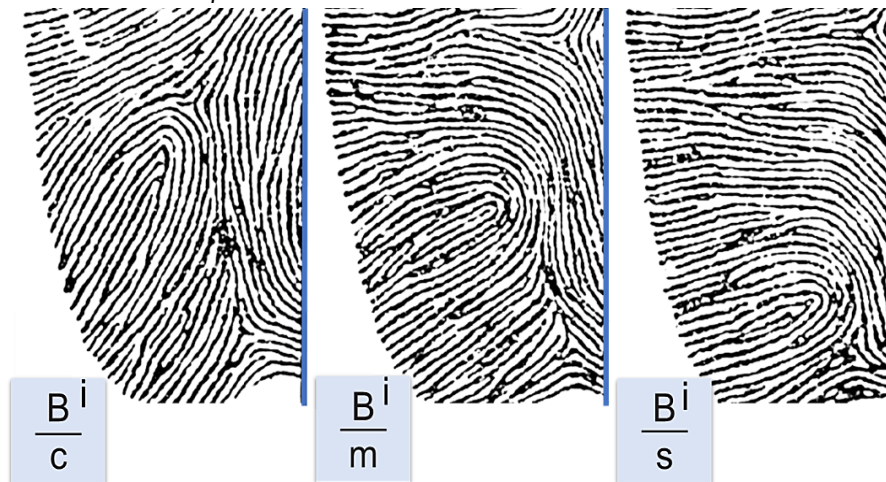
Se denomina así cuando la cuenta de crestas entre el punto nuclear y el punto déltico superior es de quince a veinticuatro (15-24) crestas. Se representa con la letra “B” mayúscula como numerador, con su exponente “i” minúscula y la letra “m” minúscula como denominador.

(iii) Bucleado interno separado

Se denomina de esta forma cuando la cuenta de crestas entre el punto nuclear y el punto déltico superior es de veinticinco a más (25 a más) crestas. Se representa con la letra “B” mayúscula como numerador, con su exponente “i” minúscula y la letra “s” minúscula como denominador.

Figura 650

Divisiones del subtipo bucleado interno



Nota. Ilustraciones adaptadas y tomadas como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

(3) Tipos doble bucle

Es el quirograma que en su región hipotenar presenta crestas largas dobladas sobre si mismas y encajadas unas a otras a manera de asas o presillas, presentando en su estructura dos bucles que pueden ser internos, externos u opuestos. Se representa con la letra “D” mayúscula. Se divide en tres subtipos: doble bucle externo, doble bucle interno o doble bucle opuesto.

(a) Doble bucle externo

Se encuentra formado por la presencia de dos bucles que tienen la misma orientación, cuyas cabezas miran al borde cubital. Se representa con la letra “D” mayúscula como numerador y la letra “e” minúscula como denominador.

(b) Doble bucle interno

Se encuentra formado por la presencia de dos bucles que tienen la misma orientación, cuyas cabezas miran hacia el centro de la palma de la mano. Se representa con la letra “D” mayúscula como numerador y la letra “i” minúscula como denominador.

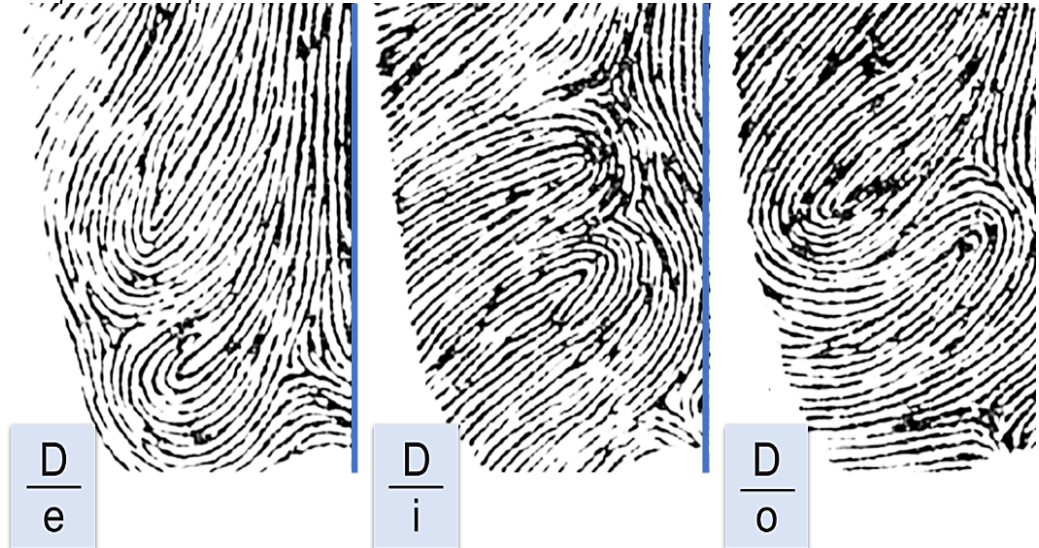
(c) Doble bucle opuesto



Se encuentra formado por la presencia de dos bucles que tienen direcciones contrarias; es decir, una mira al borde cubital y la otra al centro de la palma de la mano. Se representa con la letra “D” mayúscula como numerador y la letra “o” minúscula como denominador.

Figura 651

Subtipos de los tipos doble bucle



Nota. Ilustraciones adaptadas y tomadas como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

(4) Tipos verticilos

Son aquellos quirogramas conformados por crestas papilares que se desarrollan en vórtices o verticilos, y también pueden ir combinados con bucles. Se representa con la letra “V” mayúscula. Este tipo de crestas se dividen en tres: verticilos abiertos, verticilos cerrados y verticilos mixtos.

(a) Verticilo cerrado

Es el quirograma formado por crestas papilares que adoptan la forma de espirales, ovoides o círculos concéntricos, cuya constitución de cerrados determinan su subtipo. Se representa con la letra “V” mayúscula como numerador y la letra “c” minúscula como denominador.

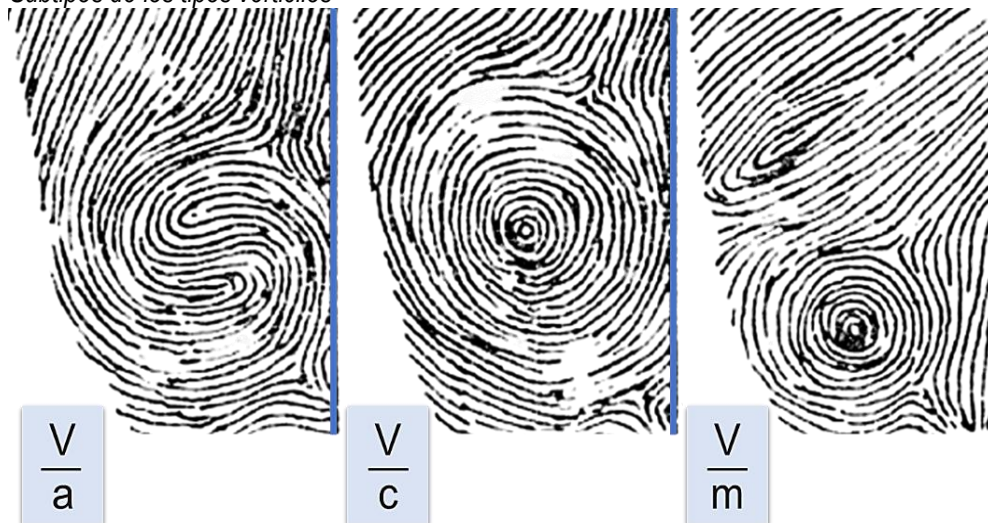
(b) Verticilo abierto

Es el quirograma formado por la presencia de crestas papilares que adoptan la forma de asas bivolteadas, cuya constitución del núcleo abierto determina su subtipo. Se representa con la letra “V” mayúscula como numerador y la letra “a” minúscula como denominador.

(c) Verticilo mixto

Es el quirograma formado por la presencia de un verticilo, ya sea abierto o cerrado y un bucle inferior o superior. Se representa con la letra “V” mayúscula como numerador y la letra “m” minúscula como denominador.



Figura 652*Subtipos de los tipos verticilos*

Nota. Ilustraciones adaptadas y tomadas como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

ii) Región superior

Es el espacio de la palma de la mano comprendido desde las bases de los dedos hacia el pliegue de flexión superior y medio de la mano, conformado por un conjunto de crestas que nacen de los espacios interdigitales y la base de los dedos para terminar en el borde cubital, presentando figuras que conforman la diversa tipología que se presenta en esta región. La región superior está conformada por cuatro tipos: anucleados, bucleados, pino y mixtos.

(1) Sistemas de la región superior

Cuenta con tres sistemas:

(a) Sistema basilar

Este sistema nace en el borde de los dedos, quiere decir entre la región superior y la base de los dedos.

(b) Sistema nuclear

Este sistema nace en los espacios interdigitales de la mano.

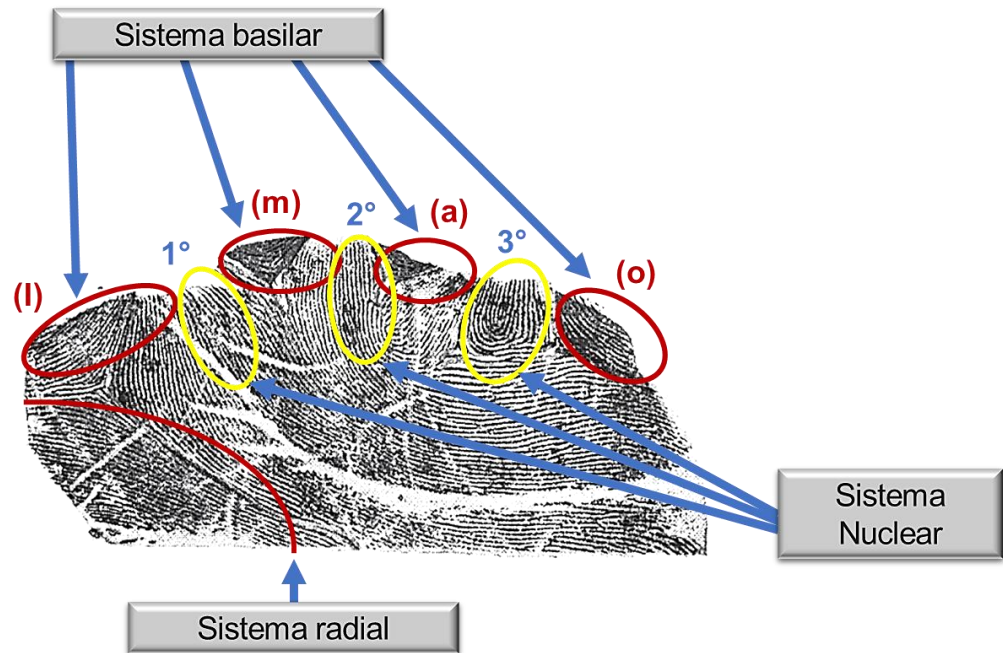
(c) Sistema radial

Este sistema nace en el borde exterior del dedo índice y se introduce al interior del quirograma, lo que haría la formación de crestas de la Región Tenar.



Figura 653

Región superior de la palma de la mano con la ubicación de sus sistemas



Nota. La imagen permite visualizar los sistemas basilar, nuclear y radial.

Tabla 61

Tipos de la clasificación quiroscópica en la región superior y su representación gráfica

Tipos	Representación gráfica
Anucleados	A
Bucleados	B
Piniforme o pino	P
Mixtos	M

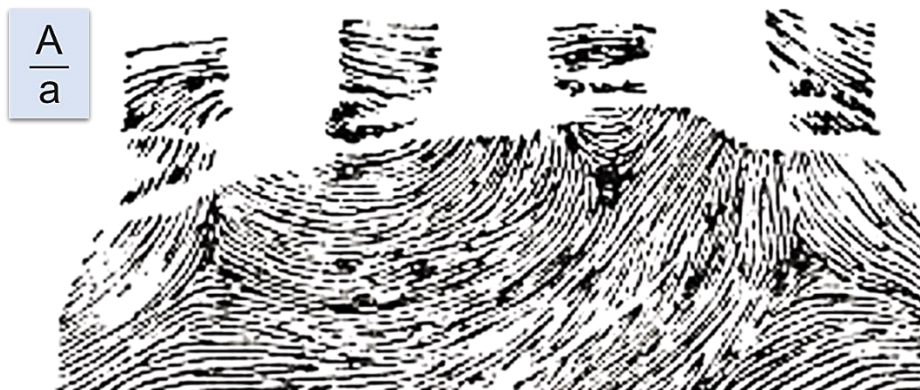
(2) Tipos anucleados

Esta tipología de crestas nace en el sistema basilar, está formado por crestas superpuestas una tras otra en forma de arco, que no llegan a formar un bucle y carecen de núcleo. Para esta región superior los anucleados tienen dos leyes, que nos facilitan identificar de manera rápida algunos anucleados.

- 1ra ley: cuando encontramos crestas que nacen en el 1er espacio interdigital y 2do espacio interdigital, luego estas se van hacia el borde cubital, automáticamente decimos que es un anucleado del dedo auricular.
- 2da ley: cuando encontramos crestas que nacen en el 1er espacio interdigital y algunas se van al 3er espacio interdigital y otras al borde cubital, automáticamente indicamos que es un anucleado del dedo anular. Su representación es la letra "A" mayúscula para el tipo, llevando como subtipo la letra minúscula correspondiente o correspondientes, a la base o bases de los dedos de donde nacen, ya sean de los dedos medio, anular y auricular, pudiendo representarse con las letras "m", "a" u "o", respectivamente

Figura 654

Región superior de la palma de la mano con la ubicación del tipo anucleado del dedo anular



Nota. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

(3) Tipos bucleados

Este tipo de crestas nacen en el sistema nuclear, se dice que es un bucleado cuando nace y termina en el mismo espacio interdigital. Se representa con la letra “B” mayúscula y su denominador llevará siempre tres cifras, que representan los tres espacios interdigitales en este orden: 1ro índice-medio, 2do medio-anular y 3ro anular-auricular. Esta tipología se desarrolla y representa de la siguiente manera:

- (a) Cuando no existe bucleado en el espacio interdigital su representación es el número “0”.
- (b) Cuando existe un bucleado en un espacio interdigital su representación es el número “1”.
- (c) Cuando existe dos a más bucleados en un espacio interdigital su representación es el número “2”.
- (d) Cuando se presenta un verticilo en un espacio interdigital su representación es el número “4”.

Figura 655

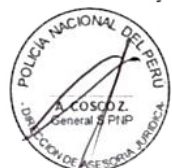
Región superior con la ubicación del tipo bucleado en el 1er espacio interdigital



Nota. El orden de los valores será colocado en la representación gráfica de acuerdo a los espacios interdigitales. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

(4) Tipos piniformes o pino

Esta formación de crestas nace en el sistema basilar, en su formación partiendo de la base de



los dedos y se introducen al quirograma haciendo la vez de un árbol pino; para que sea denominado piniforme o pino, debe tener o contar con un pseudo bucle que cubra al pino, este pseudo bucle puede estar representado por al menos una cresta, que recubre el pino al menos en una cresta, de no ser así, no será considerado como tal. Se representa con la letra “P” mayúscula y su denominador lleva la letra minúscula correspondiente a la base del dedo donde se encuentra; si en caso se encontraran varios pinos se anotarán las letras correspondientes de las bases, separándose por una coma. En el caso que, el pino se ubique en dos bases adyacentes, se anotarán las bases con letras minúsculas separadas por una coma y encerradas entre paréntesis.

Figura 656

Región superior con ubicación del tipo piniforme en la base del dedo anular



Nota. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

(5) Tipos mixtos

Se representa con la letra “M” mayúscula, en esta tipología intervendrán dos tipos de formaciones de crestas, los tipos bucleados (B) y los tipos piniformes o pinos (P). Al identificar en la región superior la presencia del mixto, primero se colocará el tipo bucleado, colocando las tres cifras para designar los bucles, las cuales representan los tres espacios interdigitales en este orden: 1ro índice-medio, 2do medio-anular y 3ro anular-auricular; seguidamente, se colocarán las iniciales de los dedos donde se encuentre la figura de pino en su base; por lo que, para su resolución se colocará como numerador la letra “M” y como denominador primero “B” y luego “P”, en mayúsculas; según corresponda en el quirograma estudiado.

Figura 657

Región superior con ubicación del tipo bucleado y el tipo pino, conformando la tipología mixta



Nota. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).



iii) Región tenar

Está en la parte interna del quirograma y limitada por el dedo pulgar y por el pliegue de flexión tenar. Por lo tanto, nace en el borde externo de la región superior del espacio digito palmar, formando parte del delta de la raíz del dedo índice, constituida por crestas largas que en forma paralela se deslizan hacia abajo, pero al llegar al centro de la palma de la mano se extiende tomando la forma de abanico. Esta región presenta cuatro tipos: anucleados, bucleados, doble bucle y verticilos.

Tabla 62

Tipos fundamentales de la clasificación quiroscópica en la región tenar

Tipos	Representación gráfica
Anucleados	A
Bucleados	B
Doble bucle	D
Verticilos	V

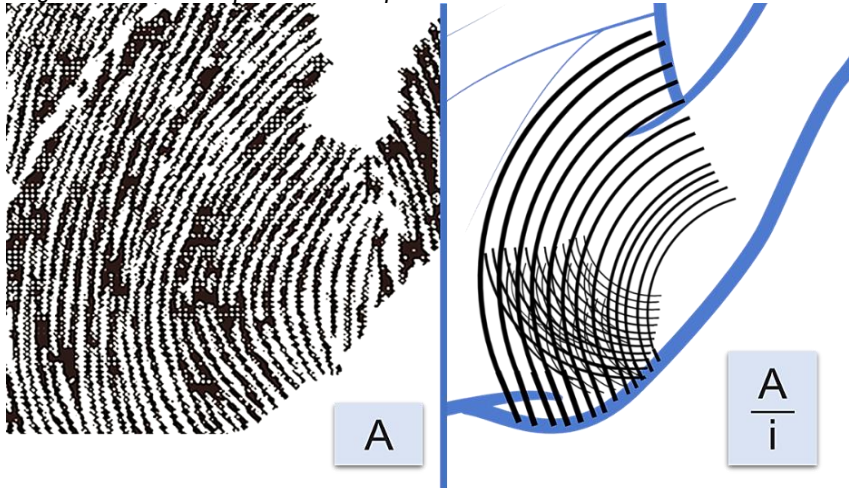
(1) Tipos anucleados

Es el quirograma cuyas crestas nacen paralelas a las crestas basales del pulgar en sentido vertical y carecen de delta. Se representa con la letra "A" mayúscula y presenta dos divisiones: anucleados puros y anucleados indefinidos.

- Anucleados puros: presentan crestas continuas o paralelas que se orientan hacia el interior sin ninguna interrupción en su recorrido en el quirograma. Se representa con la letra "A" mayúscula, careciendo de subtipo.
- Anucleados indefinidos: presentan crestas superpuestas una tras otra, pero en su recorrido rompen el paralelismo de las crestas teniendo una interrupción, se entrecruzan teniendo la apariencia de un remiendo o una "cola de caballo" y se orientan hacia el interior del quirograma. Se representa con la letra "A" mayúscula para el tipo y como exponente la letra "i" minúscula que nos indica el subtipo.

Figura 658

Región tenar con el tipo anucleado puro



Nota. Ilustración del lado izquierdo adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

(2) Tipos bucleados

Son crestas paralelas a las crestas basilares del dedo pulgar, iniciando como crestas verticales, pero a medida que avanzan al centro de la región sus crestas toman forma de bucle. Se representa con la letra “B” mayúscula y presenta tres divisiones: bucleado superior y bucleado inferior.

(a) Bucleado superior

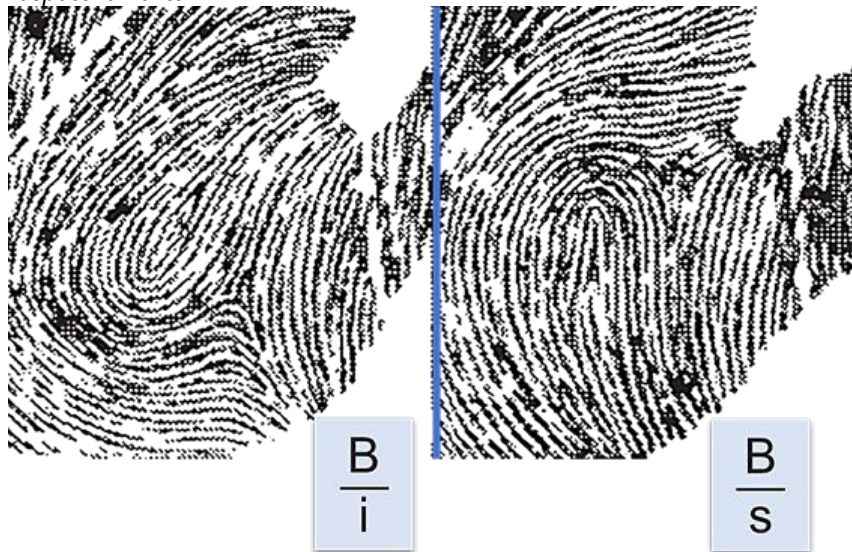
Es el quirograma en el que el bucle nace del borde radial y tiene la cabeza con dirección hacia el espacio digito palmar del pulgar. Se representa con la letra “B” mayúscula y la letra “s” minúscula como denominador.

(b) Bucleado inferior

Es el quirograma en el que el bucle nace del espacio digito palmar del pulgar y tiene la cabeza con dirección hacia el borde radial. Se representa con la letra “B” mayúscula y la letra “i” minúscula como denominador.

Figura 659

Región tenar representando el tipo bucleado inferior y el tipo bucleado superior, respectivamente



Nota. Ilustraciones adaptadas y tomadas como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

(3) Tipo doble bucle

Es el quirograma que mantiene la morfología del tipo bucleado; sin embargo, se caracteriza por la existencia, al menos, de dos bucles y la dirección de ambos la determina su subtipo. Se representa con la letra “D” mayúscula y presenta tres divisiones: doble bucle inferior, doble bucle opuesto y doble bucle superior.

(a) Doble bucle inferior

Es el quirograma formado por dos bucles cuyas cabezas se encuentran dirigidas hacia el borde radial o talón de la mano, sus colas van a nacer y terminar en el espacio digito palmar



del pulgar. Se representa con la letra “D” mayúscula y la letra “i” minúscula como denominador.

(b) Doble bucle opuesto

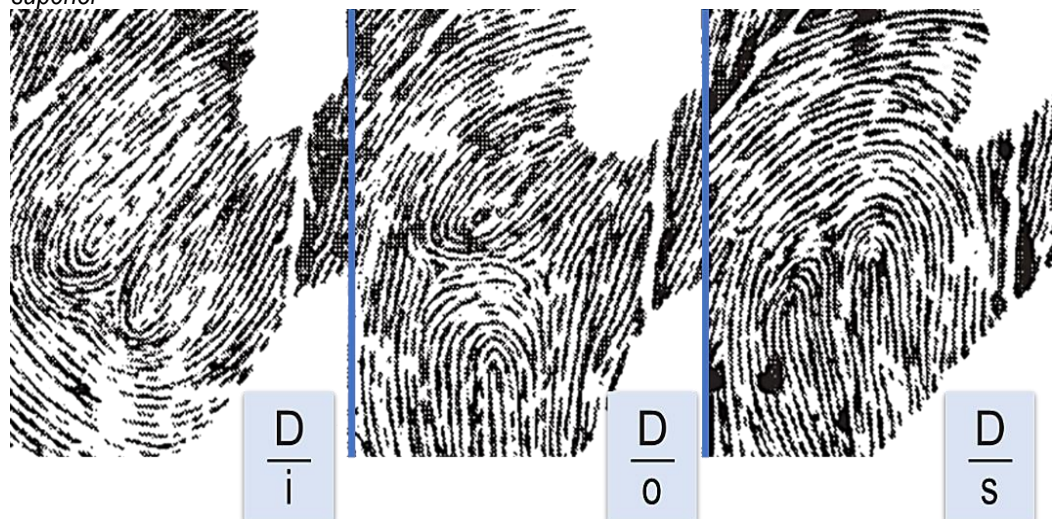
Es el quirograma formado por dos bucles de los cuales uno tiene posición superior y el otro inferior; es decir, un bucle que nazca del espacio dígito palmar del pulgar y otro que nazca del borde radial. Cabe resaltar, que se pueden presentar tres o más bucles; por lo que, para su clasificación se debe observar la orientación de las cabezas y las colas de los bucles. Se representa con la letra “D” mayúscula y la letra “o” minúscula como denominador.

(c) Doble bucle superior

Es el quirograma formado por dos bucles cuyas cabezas se encuentran dirigidas hacia el espacio dígito palmar del pulgar y sus colas nacen y terminan en el borde radial de la mano. Se representa con la letra “D” mayúscula y la letra “s” minúscula como denominador.

Figura 660

Región tenar representando los tipos de doble bucle inferior, doble bucle opuesto y doble bucle superior



Nota. Ilustraciones adaptadas y tomadas como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

(4) Tipo verticilo

Es el quirograma conformado por un conjunto de crestas que nacen paralelas al sistema basilar del dedo pulgar, deslizándose hacia la parte interna de la región tenar y formando figuras en vórtice, excepcionalmente puede presentarse también acompañando a un verticilo, una figura nuclear. Se representa con la letra “V” mayúscula y presenta tres divisiones: verticilos abiertos, verticilos cerrados y verticilos mixtos.

(a) Verticilo abierto

Está formado por crestas papilares que adoptan la forma de dos asas bivolteadas o entrelazadas y su núcleo tiene la forma abierta. Se representa con la letra “V” mayúscula y la letra “a” minúscula como denominador.



(b) Verticilo cerrado

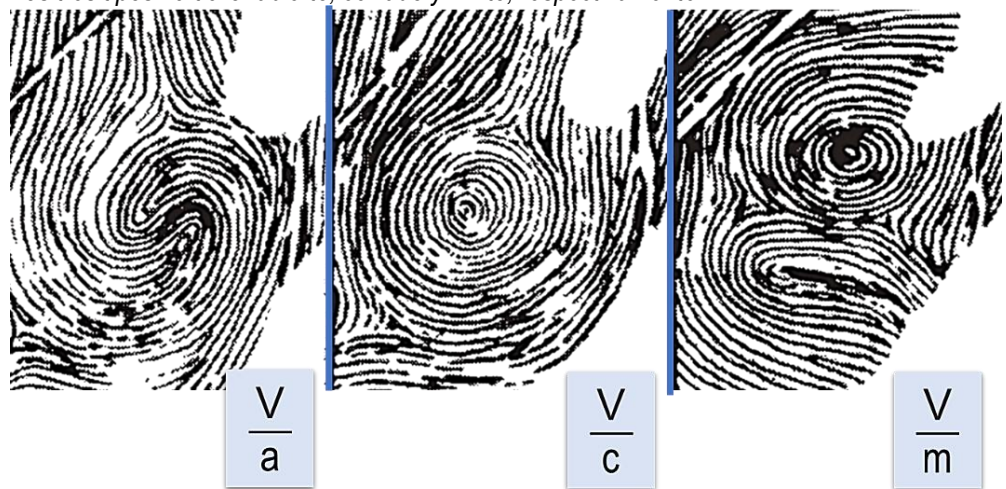
Se encuentra formado por un conjunto de crestas papilares que adoptan la forma de círculos concéntricos, ovoidales, espirales naturales o estilizados; también pueden tener forma cuadrangular o tipo telaraña. Se representa con la letra “V” mayúscula y la letra “c” minúscula como denominador.

(c) Verticilo mixto

Está formado por la presencia de dos tipos simples, un bucle inferior o superior y un verticilo abierto o cerrado. Se representa con la letra “V” mayúscula y la letra “m” minúscula como denominador.

Figura 661

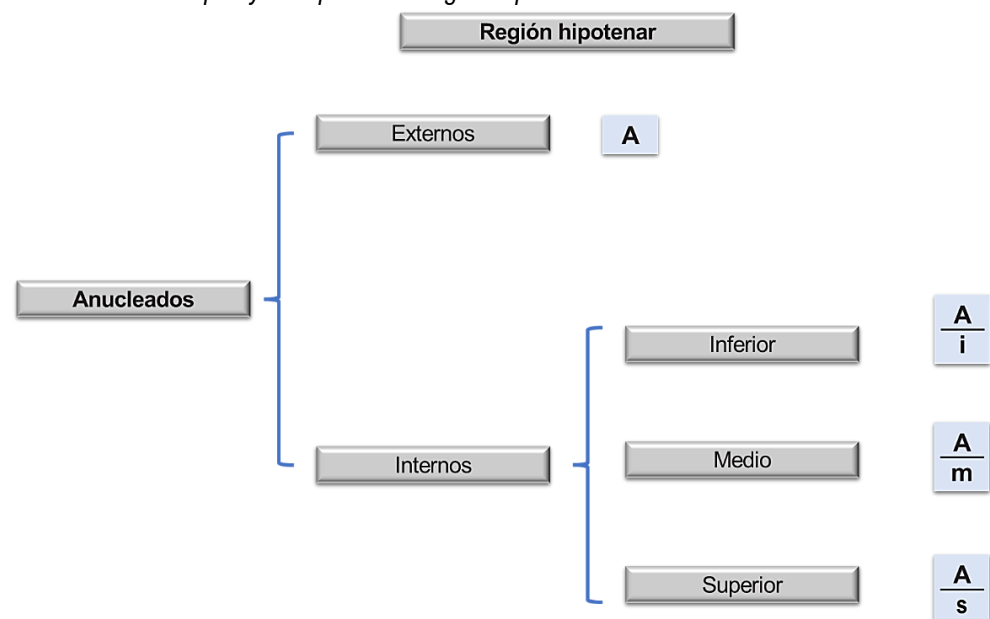
Los tres tipos verticilo: abierto, cerrado y mixto, respectivamente

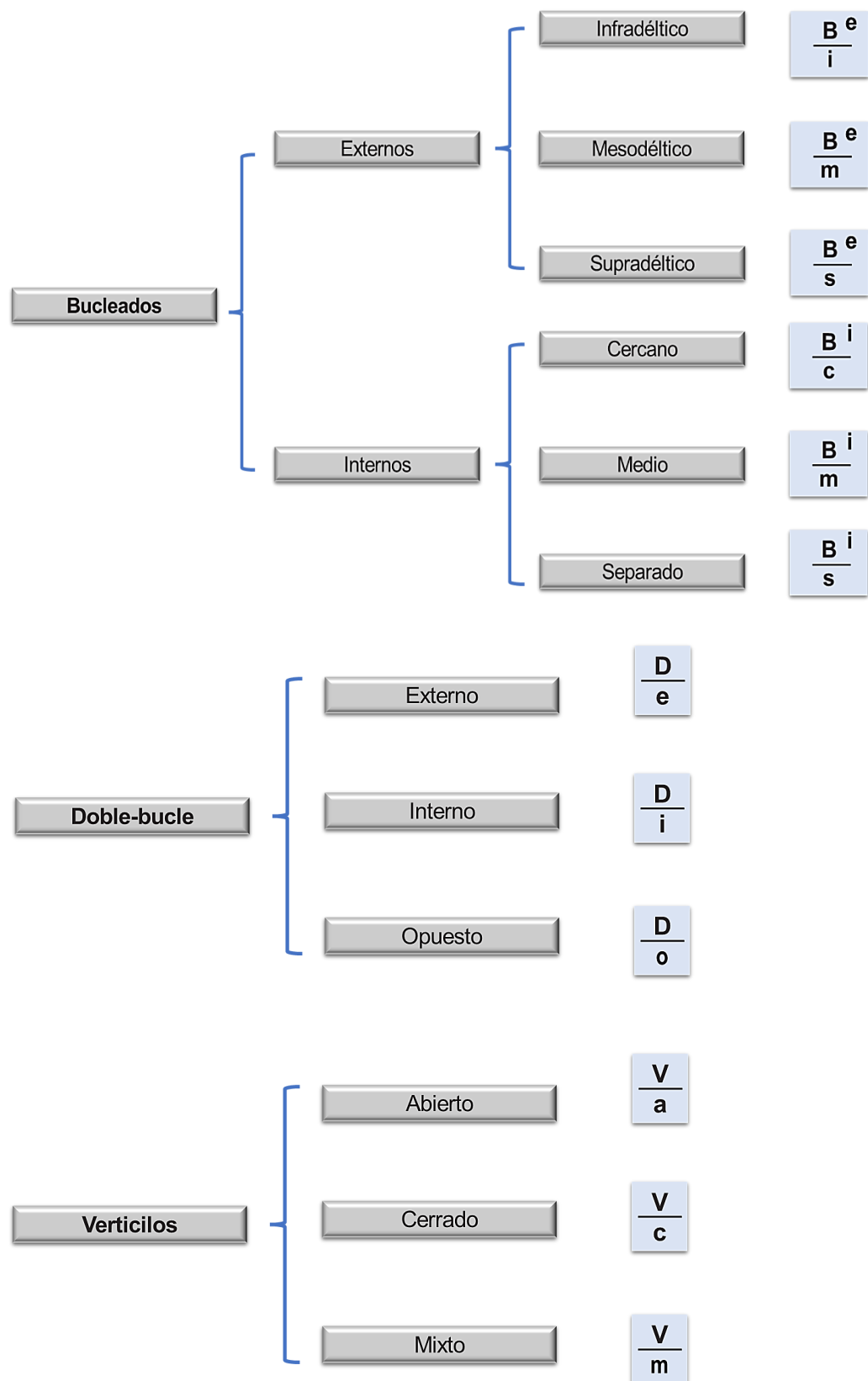


Nota. Ilustraciones adaptadas y tomadas como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

Figura 662

Resumen de los tipos y subtipos de la región hipotenar

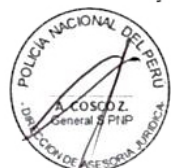
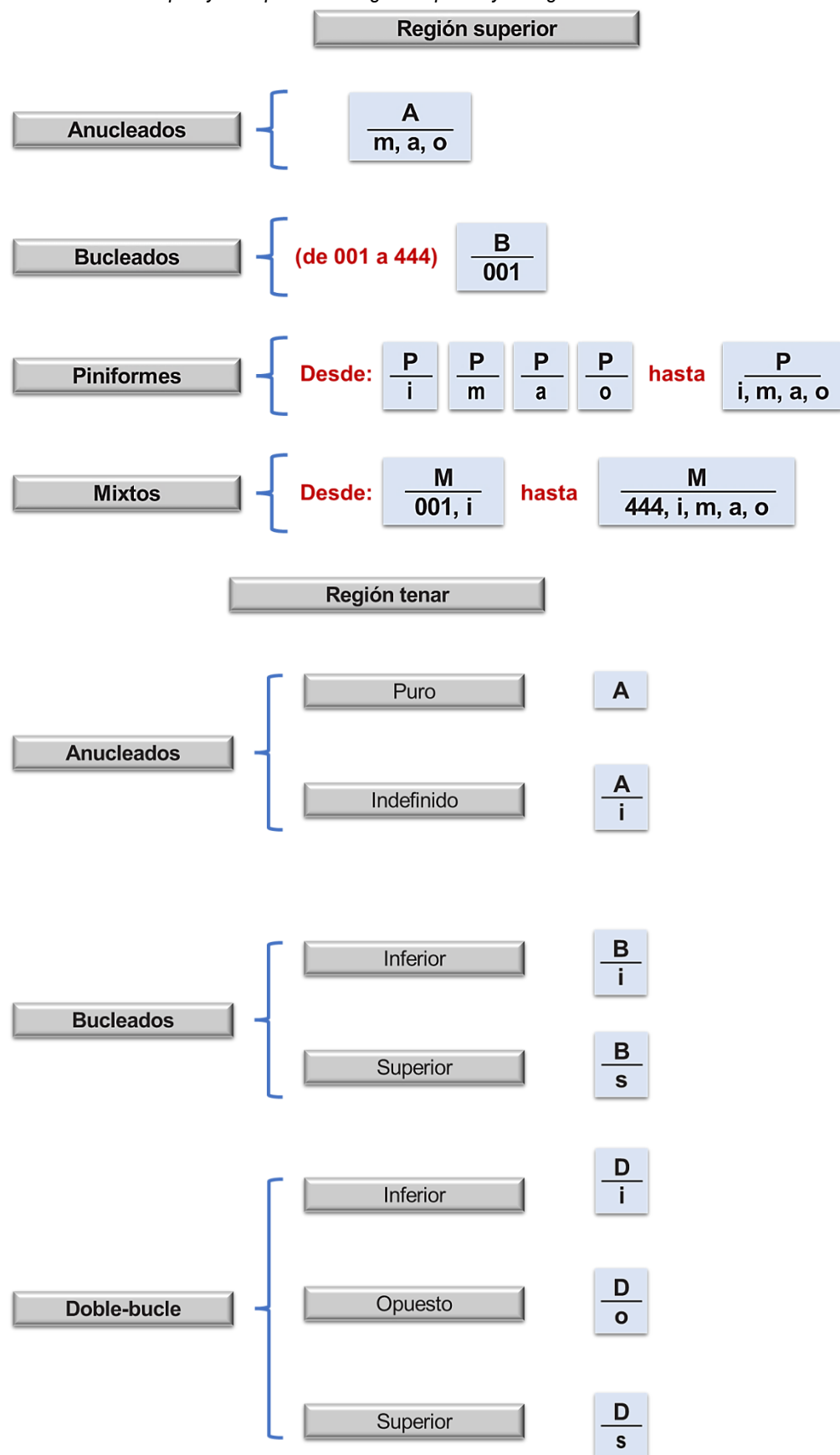


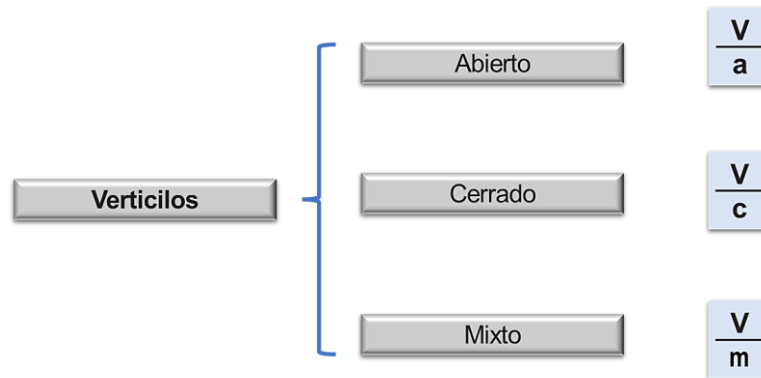


Nota. Adaptado del Manual de Identificación PIP (1983).

Figura 663

Resumen de los tipos y subtipos de la región superior y la región tenar





Nota. Adaptado del Manual de Identificación PIP (1983).

6) Pelmatoscopia

La palabra Pelmatoscopia, proviene de dos voces griegas: pelma que significa "pie" y skopein que significa "examen, estudio u observación". Por tanto, pelmatoscopia vendría a ser el "estudio del pie". El creador del término "pelmatoscopia" fue el especialista argentino Carlos Urquijo, desde 1937, cuando publica su trabajo técnico especializado sobre la identificación del recién nacido.

Su aplicación en el Perú, se inició los primeros ensayos con la implantación de la pelmatoscopia en el año 1954 con el Inspector General de la Policía Española Don Juan José Pedrola Gil, lográndose instaurar durante su primera fase en el Hospital de la Maternidad de Lima desde el 01 de julio de 1955. Luego, al mes siguiente es aplicada la segunda fase por el servicio de identificación del recién nacido, a cargo del Mayor PNP Julián Villar Pérez. Su aplicación se instituyó con el objeto de identificar a los recién nacidos en los Centros Hospitalarios materno-infantiles y con la finalidad de evitar que sean cambiados, abandonados o sustraídos; finalmente fue adoptado como un medio para llegar a establecer el nexo biológico entre madre e hijo.

Figura 664

Fotografía del Instituto Nacional Materno Perinatal (INMP) – Ex Maternidad de Lima



Nota. Centro hospitalario donde se implantó por primera vez el servicio de pelmatoscopia en el Perú.

Por lo tanto, la pelmatoscopia es la ciencia que constituye una rama especializada de la papiloscopia y se ocupa del estudio de la morfología papilar, las líneas blancas o surcos formados por los pliegues de la piel que aparecen en la zona plantar de los recién nacidos y menores de edad es hasta los 17 años, once (11) meses y veintiocho (28) días, con fines de identificar de manera indubitable a la persona humana;



también se encarga de la clasificación, archivo y homologación de las crestas papilares que se encuentran en las plantas de los pies con fines de identificación personal.

a) Pelmatoograma

Es el conjunto anatómico de crestas papilares que presenta la planta del pie; vale decir, el pelmatograma natural caracterizado por la visualización de líneas blancas. Asimismo, el termino se aplica al estampado del dibujo papilar mediante el entintado de la planta del pie y su representación gráfica, denominado pelmatograma artificial; este último se emplea con fines didácticos, de estudio o de identificación humana.

Figura 665

Planta del pie de un recién nacido y un pelmatograma artificial



Nota. Planta del pie del recién nacido que, al ser previamente entintada y estampada, se obtiene una impresión plantar, permitiendo la visualización de las líneas blancas.

b) Impresión plantar

Es aquella que se toma con un propósito, de manera intencional por medio de una técnica y material adecuado, que se estampa sobre un soporte como papel o superficie clara con la planta de los pies previamente entintadas con fines de identificación.

Figura 666

Toma de impresiones de la planta del pie de un recién nacido



Nota. Peritos papiloscópicos realizando la toma de impresiones a un recién nacido y realizando la homologación de los pelmatogramas obtenidos.



c) Huella plantar

Es aquella marca invisible que se deja al simple contacto de la planta de los pies sobre una superficie que puede ser piso, pared, escalera y/o cualquier soporte, esta puede ser de manera voluntaria e involuntaria.

Figura 667

Fotografía de una huella plantar



Nota. Huella plantar dejada en una superficie lisa, revelada mediante el uso de reactivos.

d) Regiones y zonas plantares

Como resultado de la observación de la superficie papilar de las plantas de los pies, a la impresión plantar para su estudio se le ha dividido en cuatro regiones: distal, proximal, interna y externa; y seis zonas: digital, yuxtadigital, media, hallucal, calcar y bóveda.

i) Las regiones

Cumplen la función de determinar los subtipos dentro de la clasificación tipológica pelmatoscópica correspondiente a la zona hallucal, tomando como referencia la impresión plantar en su posición natural. Estas regiones se dividen en cuatro:

(1) La región distal

Es la que comprende los dedos del pie.

(2) La región proximal

Es la correspondiente hacia el talón del pie.

(3) La región interna

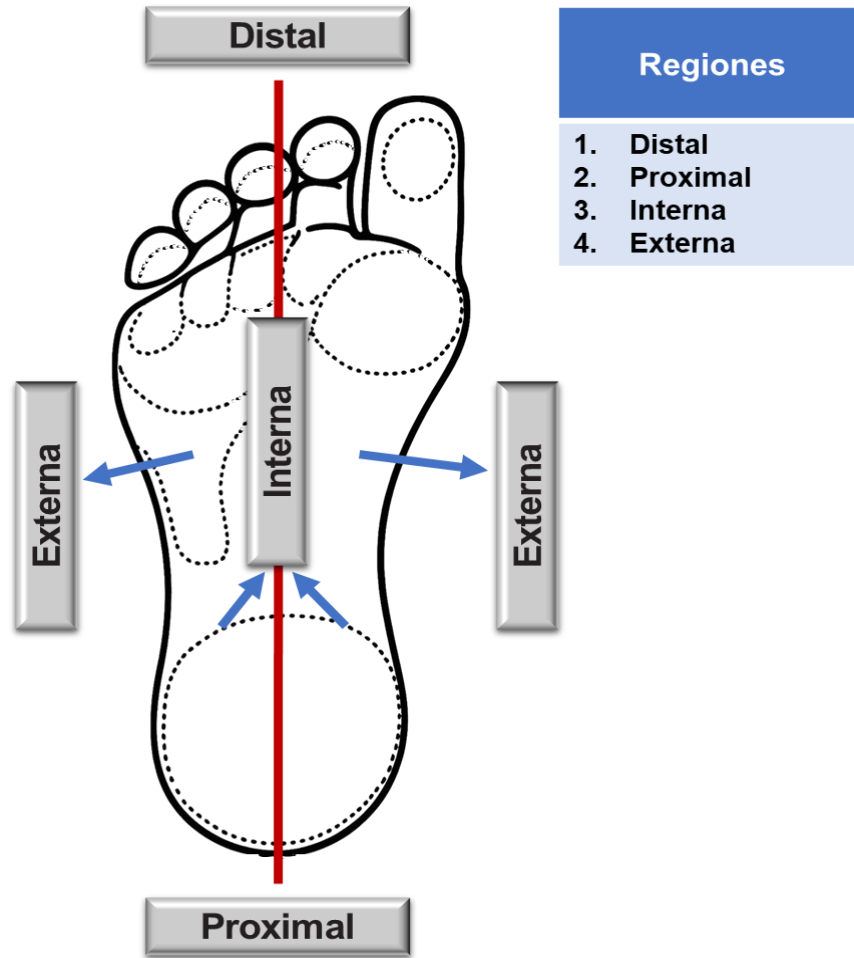
Es la parte central determinada por una línea vertical, trazada de la región distal a la proximal.

(4) La región externa

Es la comprendida hacia los bordes laterales.



Figura 668
Ubicación de las cuatro regiones plantares



Nota. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

ii) Las zonas

Son los distintos espacios en que se ha dividido la planta del pie con fines de estudio, estas zonas se dividen seis:

(1) Zona digital

Comprende específicamente a los dedos del pie.

(2) Zona yuxtadigital

Es la parte que sirve como base a los dedos de los pies y por debajo de éstos.

(3) Zona media

Es la correspondiente al borde lateral de la parte céntrica del pie, ubicados hacia el exterior cuando la persona se encuentra en posición de pie.

(4) Zona bóveda

Corresponde a la zona interna o arqueada en la parte central del pie, la cual limita con la zona anterior y se caracteriza por una curvatura pronunciada en su parte central, orientada hacia el

interior del pie cuando la persona erguida. En los casos en que dicha curvatura no se manifiesta, se presenta la condición de “pie plano”.

(5) Zona calcar

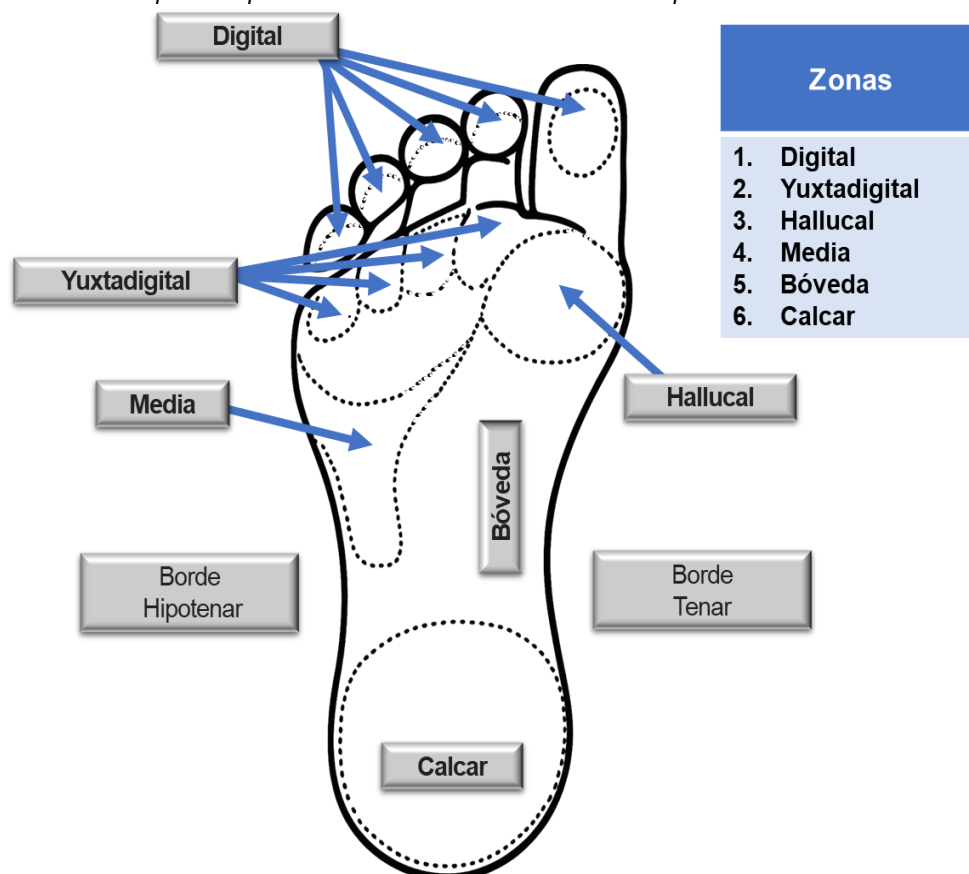
Es el espacio que comprende al área del talón del pie, denominada así por encontrarse situada sobre el hueso calcáneo del pie.

(6) Zona hallucal

Ubicada entre las zonas yuxtadigital y bóveda; justo por debajo del dedo pulgar. Esta zona es de especial importancia en el estudio pelmatoscópico, debido a la gran variedad y complejidad de los dibujos papilares que presenta. La claridad y nitidez obtenida durante la toma de impresiones resulta fundamental para una clasificación óptima de la tipología pelmatoscópica. En esta zona se ubica el delta y el núcleo pelmatoscópico, elementos esenciales para el conteo de crestas.

Figura 669

Gráfico en el que se representa la ubicación de las seis zonas plantares



Nota. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

e) Clasificación Pelmatoscópica

La clasificación pelmatoscópica está basada en la presencia, ausencia, forma y orientación de los núcleos pelmatoscópicos que se originan en la zona hallucal, los mismos que determinan los tipos, subtipos, grados y exponentes.

Tabla 63

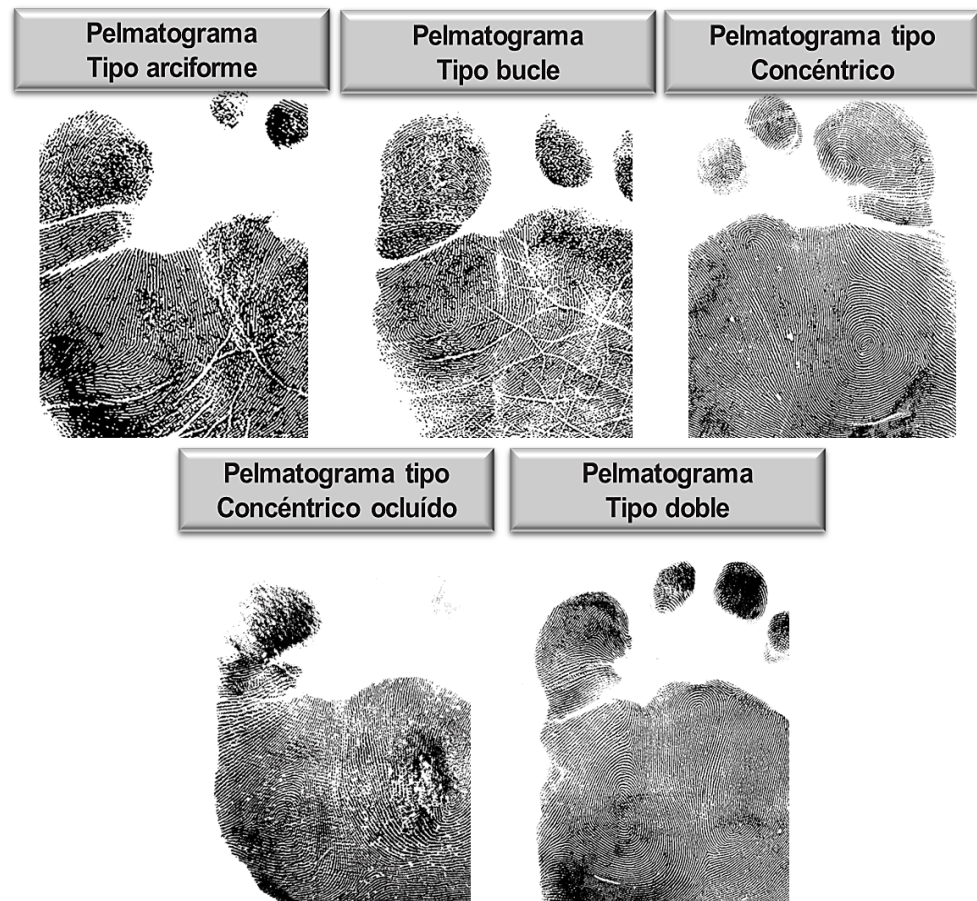
Los cuatro tipos fundamentales de la clasificación pelmatoscópica, su fórmula, subtipos, grados y exponentes

Tipos	Fórmula	Subtipos	Grado	Exponente
Arciforme	A	d, p, i, e	carece	no
Bucle	B	d, p, i, e	c.c.	no
Concéntrico	C	d, p, i, e, o	c.c.	no
Doble	D	d, p, i, e, o	c.c.	si

Nota. En la tabla se puede apreciar la clasificación pelmatoscópica, que se refiere a la tipificación de los diseños presentes en las impresiones o huellas plantares.

Figura 670

Impresiones plantares de los cuatro tipos de la clasificación pelmatoscópica, incluyendo el tipo concéntrico ocluido



- Los tipos: en pelmatoscopia se presentan cuatro tipos fundamentales, los cuales se asocian nemotécnicamente con las cuatro primeras letras del alfabeto castellano: arciforme, bucle, concéntrico y doble.
- Los subtipos: los subtipos en pelmatoscopia, se determinan tomando como referencia las regiones o direcciones pelmatoscópicas, las cuales indican la orientación de las crestas generatrices del tipo.

iii) El grado: corresponde al conteo de crestas papilares entre el delta más próximo y el punto nuclear, o entre ambos puntos nucleares, dependiendo del tipo. Por tanto, este procedimiento es característico de los tipos bucles, concéntricos y dobles.

iv) El exponente: es una característica exclusiva del tipo doble, ya que representa la combinación de los tipos fundamentales que lo componen.

f) Tipología pelmatoscópica

i) Tipo arciforme

Corresponde al pelmatograma constituido por crestas papilares continuas, dispuestas en forma de arcos superpuestos, que se extienden desde el pliegue de flexión de la primera falange del dedo mayor del pie y abarcan la totalidad de la zona hallucal. Este diseño genera, en algunos casos, la formación de un delta, aunque no siempre es visible en las impresiones.

El tipo arciforme carece de grado, ya que no presenta un núcleo y su fórmula se representa con la letra "A" mayúscula, utilizada como numerador para el tipo dentro de una fracción. Asimismo, este tipo tiene cuatro subtipos, determinados según la orientación de la convexidad del arco hacia las diferentes regiones: distal, proximal, externo e interno; las cuales se representan mediante las letras minúsculas "d", "p", "i" o "e", respectivamente, colocándose como denominador del tipo.

(1) Arciforme distal

Es cuando la convexidad de las crestas en arco se orienta a la región distal. Se representa en forma de fracción con la letra "A" mayúscula como numerador y la letra "d" minúscula como denominador.

Figura 671

Tipo arciforme representando el subtipo arciforme distal



Denominación	Arciforme distal
Representación gráfica	$\frac{A}{d}$

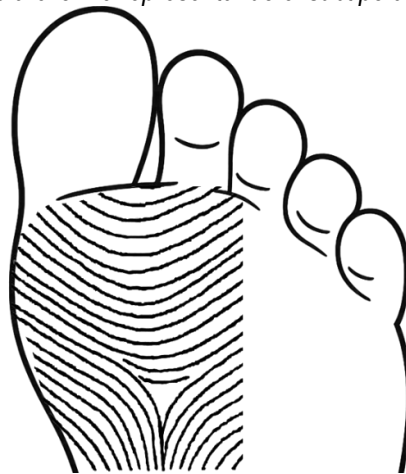
Nota. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

(2) Arciforme proximal

Es cuando la convexidad de las crestas en arco se orienta a la región proximal. Se representa en forma de fracción con la letra "A" mayúscula como numerador y la letra "p" minúscula como denominador.

Figura 672

Tipo arciforme representando el subtipo arciforme proximal



Denominación	Arciforme proximal
Representación gráfica	$\frac{A}{p}$

Nota. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

(3) Arciforme interno

Es cuando la convexidad de las crestas en arco se orienta a la región interna. Se representa en forma de fracción con la letra "A" mayúscula como numerador y la letra "i" minúscula como denominador.

Figura 673

Tipo arciforme representando el subtipo arciforme interno



Denominación	Arciforme interno
Representación gráfica	$\frac{A}{i}$

Nota. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

(4) Arciforme externo

Es cuando la convexidad de las crestas en arco se orienta a la región externa. Se representa en forma de fracción con la letra "A" mayúscula como numerador y la letra "e" minúscula como denominador.



Figura 674

Tipo arciforme representando el subtipo arciforme externo



Denominación	Arciforme externo
Representación gráfica	$\frac{A}{e}$

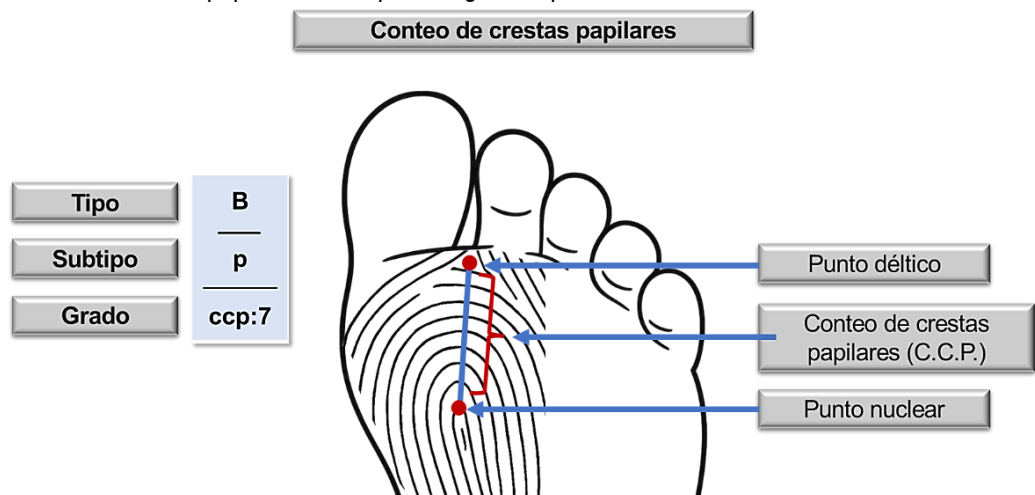
Nota. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

ii) Tipo Bucle

Corresponde a un pelmatograma formado por la presencia de crestas largas, dobladas sobre sí mismas y dispuestas de manera que se encajan unas con otras, adoptando formas semejantes a horquillas, presillas, ganchos o interrogantes; que predisponen la existencia de dos deltas, aunque en algunos casos uno de ellos puede no ser visible. Su representación se realiza mediante la letra "B" mayúscula, que identifica al tipo y se coloca como numerador dentro de una fórmula fraccionada. Este tipo presenta cuatro subtipos, definidos según la dirección de salida que tenga la cola del bucle hacia las distintas regiones: distal, proximal, externa e interna, representadas por las letras minúsculas "d", "p", "i", "e", "respectivamente, las cuales se colocan como denominadores del tipo. Además, el tipo bucle posee grado, que corresponde al conteo de crestas papilares comprendidas entre el punto nuclear y el punto déltico más cercano, anotándose dicho valor como denominador del subtipo.

Figura 675

Conteo de crestas papilares en un pelmatograma tipo bucle



Nota. El conteo de crestas se realiza desde el punto nuclear hasta el punto déltico, dibujando una línea imaginaria y se representa colocando dicho valor en la fórmula fraccionaria como denominador del subtipo.

(1) Bucle distal

Es el pelmatograma formado por la presencia de un bucle cuya cola está orientada a la Región Distal. Se representa el tipo con la letra “B” mayúscula como numerador, el subtipo con la letra “d” minúscula como denominador y debajo se coloca el conteo de crestas como denominador del subtipo, todo en forma de fracción.

Figura 676

Tipo bucle representando el subtipo bucle distal



Denominación	Bucle distal
Representación gráfica	$\frac{B}{\frac{d}{ccp}}$

Nota. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

(2) Bucle proximal

Es el pelmatograma formado por la presencia de un bucle, cuya cola está orientada hacia la región proximal. Se representa en forma de fracción primero el tipo con la letra “B” mayúscula como numerador, el subtipo con la letra “p” minúscula como denominador y debajo se coloca el conteo de crestas como denominador del subtipo.

Figura 677

Tipo bucle representando el subtipo bucle proximal



Denominación	Bucle proximal
Representación gráfica	$\frac{B}{\frac{p}{ccp}}$

Nota. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).



(3) Bucle interno

Es el pelmatograma formado por la presencia de un bucle cuya cola está orientada hacia la región interna. Se representa en forma de fracción primero el tipo con la letra "B" mayúscula como numerador, el subtipo con la letra "i" minúscula como denominador y debajo se coloca el conteo de crestas como denominador del subtipo.

Figura 678

Tipo bucle representando el subtipo bucle interno



Denominación	Bucle interno
Representación gráfica	$\frac{B}{i}$ $\frac{\quad}{ccp}$

Nota. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

(4) Bucle externo

Es el pelmatograma formado por la presencia de un bucle cuya cola está orientada hacia la región externa. Se representa en forma de fracción primero el tipo con la letra "B" mayúscula como numerador, el subtipo con la letra "e" minúscula como denominador y debajo se coloca el conteo de crestas como denominador del subtipo.

Figura 679

Tipo bucle representando el subtipo bucle externo



Denominación	Bucle externo
Representación gráfica	$\frac{B}{e}$ $\frac{\quad}{ccp}$

Nota. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).



iii) Tipo concéntrico

Es el pematograma formado por crestas papilares dispuestas en forma de vértices, vuelta o espirales, que pueden ser simples o compuestos, circular, concéntricos u ovoides, que presentan dos deltas, de los cuales uno siempre es visible. Su fórmula es la letra "C" mayúscula para el tipo, que se consigna como numerador, a manera de fracción. El subtipo está determinado por la salida de la cola de la generatriz y se clasifican en cinco: concéntrico distal, concéntrico proximal, concéntrico interno, concéntrico externo y concéntrico ocluido. Además, al igual que el tipo bucle, esta tipología presenta grado, el cual se determina de la misma forma, contando el número de crestas papilares comprendidas entre el punto nuclear hasta el punto déltico más cercano. El resultado de este conteo se consigna en la fórmula fraccionaria como denominador del subtipo.

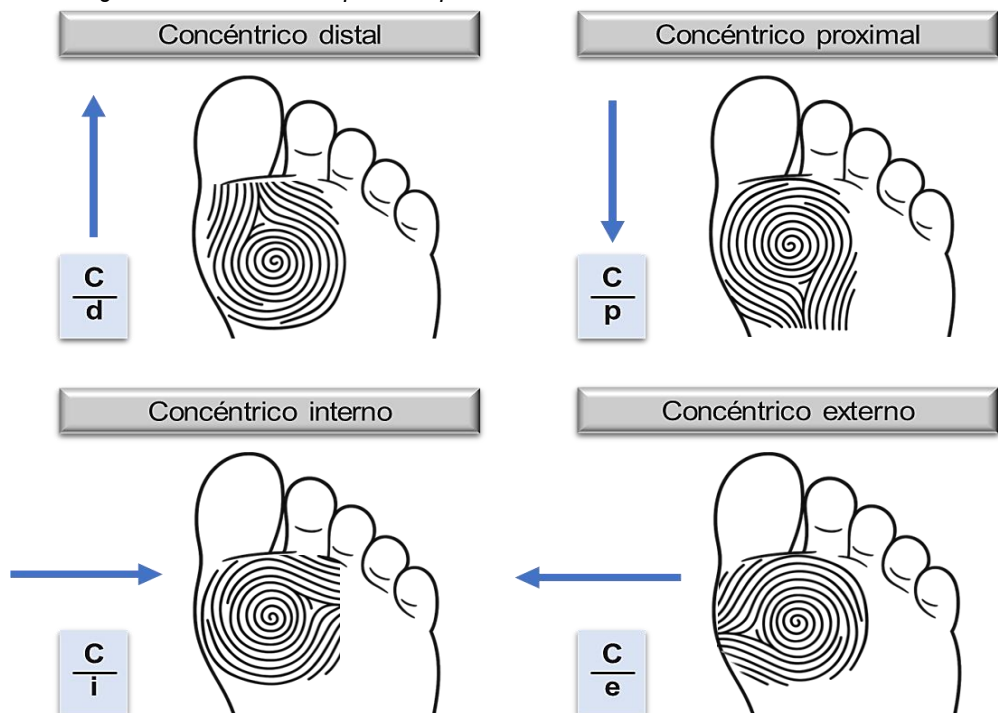
(1) Los cinco subtipos del tipo concéntrico se determinan por dos factores:

Primer factor: cuando el tipo concéntrico está formado por crestas papilares dispuestas en espiral, su subtipo se determina según la orientación de la salida de la generatriz de la espiral hacia una de las regiones: distal, proximal, interna o externa. Cada una de estas direcciones representa mediante letras minúsculas "d", "p", "i", "e", respectivamente, que se colocan como denominador del tipo en la fórmula fraccionaria.

Segundo factor: cuando el tipo concéntrico está formado por núcleos con formas de círculos y ovoides concéntricos, careciendo de una generatriz; por lo tanto, sus crestas no presentan una orientación determinada hacia ninguna de las regiones. En estos casos, se le denomina subtipo ocluido, y se representa con la letra "o" minúscula, la cual se coloca como denominador del tipo en la fórmula fraccionaria.

Figura 680

Pematogramas de cuatro subtipos del tipo concéntrico



Nota. Pematogramas que representan al tipo concéntrico determinados por el primer factor según la orientación de su generatriz, acompañados de su fórmula fraccionaria. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

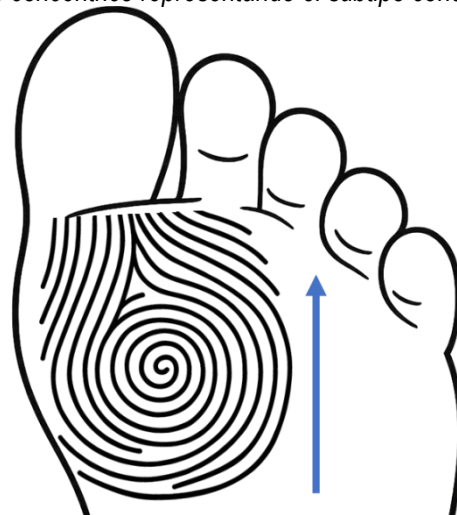


(2) Concéntrico distal

Es el pematograma formado por la presencia de un concéntrico en espiral, cuya generatriz está orientada a la región distal. Se representa en forma de fracción primero el tipo con la letra "C" mayúscula como numerador, el subtipo con la letra "d" minúscula como denominador y debajo se coloca el conteo de crestas como denominador del subtipo.

Figura 681

Tipo concéntrico representando el subtipo concéntrico distal



Denominación	Concéntrico distal
Representación gráfica	$\frac{C}{\frac{d}{ccp}}$

Nota. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

(3) Concéntrico proximal

Es el pematograma formado por la presencia de un concéntrico en espiral, cuya generatriz está orientada a la región proximal. Se representa en forma de fracción primero el tipo con la letra "C" mayúscula como numerador, el subtipo con la letra "p" minúscula como denominador y debajo se coloca el conteo de crestas como denominador del subtipo.

Figura 682

Tipo concéntrico representando el subtipo concéntrico proximal



Denominación	Concéntrico proximal
Representación gráfica	$\frac{C}{\frac{p}{ccp}}$

Nota. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

(4) Concéntrico interno

Es el pelmatograma formado por la presencia de un concéntrico en espiral, cuya generatriz está orientada a la región interna. Se representa en forma de fracción primero el tipo con la letra "C" mayúscula como numerador, el subtipo con la letra "i" minúscula como denominador y debajo se coloca el conteo de crestas como denominador del subtipo.

Figura 683

Tipo concéntrico representando el subtipo concéntrico interno



Nota. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

(5) Concéntrico externo

Es el pelmatograma formado por la presencia de un concéntrico en espiral, cuya generatriz está orientada a la región externa. Se representa en forma de fracción primero el tipo con la letra "C" mayúscula como numerador, el subtipo con la letra "e" minúscula como denominador y debajo se coloca el conteo de crestas como denominador del subtipo.

Figura 684

Tipo concéntrico representando el subtipo concéntrico externo



Nota. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).



(6) Concéntrico ocluido

Es el pematograma formado por la presencia de un concéntrico, constituido por círculos u ovoides que carecen de generatriz, y de orientación a cualquier región del pie. Se representa en forma de fracción primero el tipo con la letra “C” mayúscula como numerador, el subtipo con la letra “o” minúscula como denominador y debajo se coloca el conteo de crestas como denominador del subtipo.

Figura 685

Subtipo concéntrico ocluido y su fórmula fraccionaria



Denominación	Concéntrico ocluido
Representación gráfica	$\frac{C}{o_{ccp}}$

Nota. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

iv) Tipo doble

Es el pematograma conformado por la combinación de dos tipos entre los tres estudiados anteriormente, los cuales son el arciforme, bucle y concéntrico, o por la unión de dos de un mismo tipo. estas uniones generan diversas variaciones morfológicas.

(1) Representación del tipo doble

El tipo doble, al estar conformado por la combinación de dos tipos simples, al tipo que ocupa la base del pematograma se denomina primario, mientras que al tipo que se encuentra superpuesto recibe el nombre de secundario. Para su representación y ubicación en la fórmula fraccionaria a cada tipo se le asigna un número, los cuales son:

- (a) El primer número representa el tipo arciforme.
- (b) El segundo número representa el tipo bucle.
- (c) El tercer número representa el tipo concéntrico.

(2) Fórmula

Su fórmula es la letra “D” mayúscula para el tipo, que se coloca como numerador en forma de fracción, colocando como exponentes los números representativos de los tipos que forman el pematograma.

(3) Subtipo

El subtipo en los tipos dobles, se determina por la orientación que tengan las crestas de tipo primario hacia cualquiera de las regiones plantares; así tenemos:

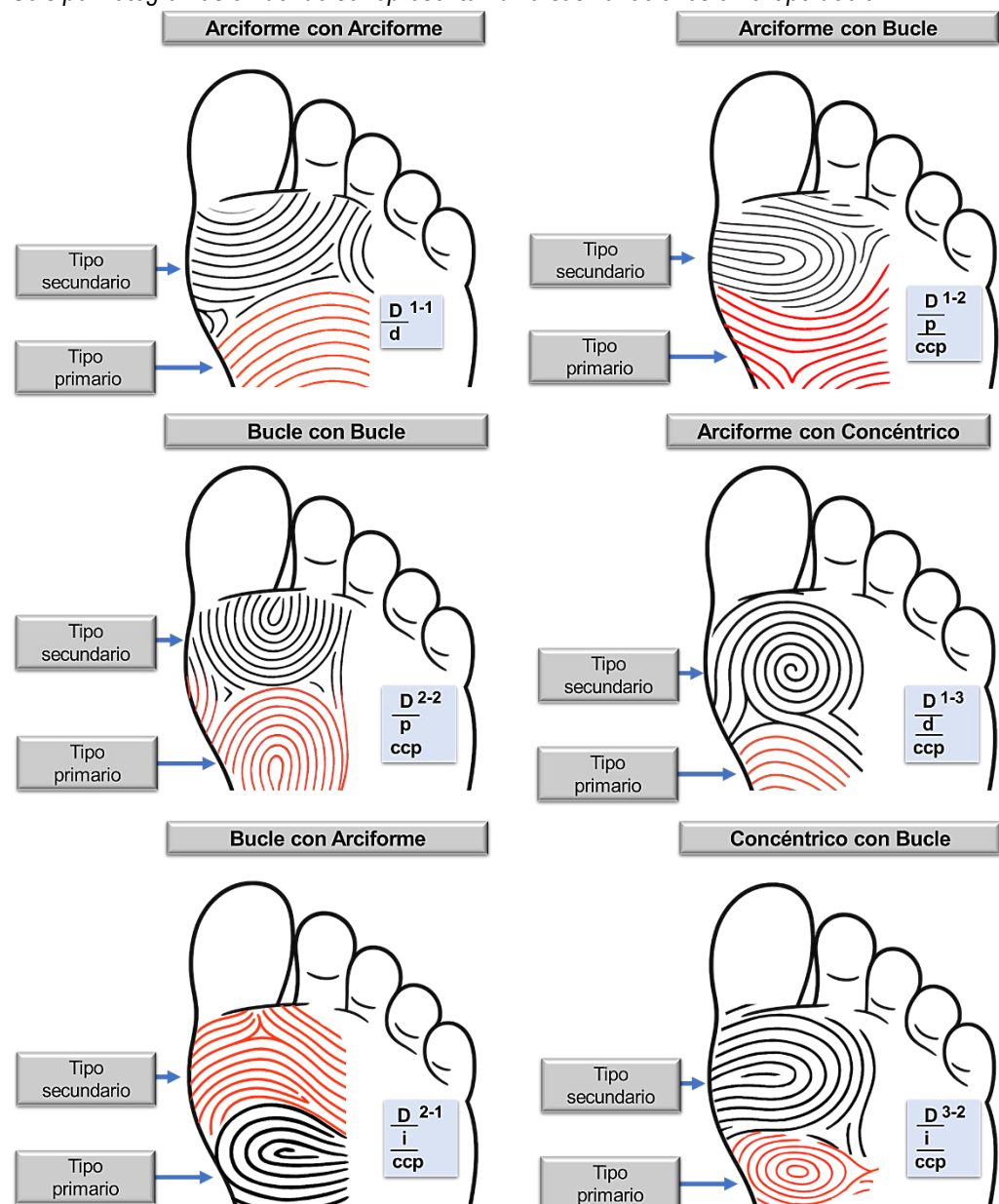


- (a) Si el tipo primario es un arciforme, será por la orientación de la convexidad de las crestas del arco.
- (b) Si el tipo primario es un bucle, será por la salida de la cola del bucle.
- (c) Si el tipo primario es un concéntrico formado por crestas circulares u ovoidales, sin tener generatriz, se determina el subtipo denominado ocluido.

De lo expuesto anteriormente, se establece que el tipo doble presenta cinco subtipos, representados por la letra “d”, “p”, “i”, “e” y “o” minúsculas que se consignan en la fórmula como denominador del tipo, tal como se aprecia en algunos de los ejemplos del pelmatograma que presentamos del tipo doble.

Figura 686

Seis pelmatogramas en donde se representan diversas variaciones en el tipo doble



Nota. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).



Tabla 64

Diversas variaciones que se presentan en el tipo doble

Tipo	Tipo
Arciforme	Arciforme
Arciforme	Bucle
Arciforme	Concéntrico
Bucle	Arciforme
Bucle	Bucle
Bucle	Concéntrico
Concéntrico	Arciforme
Concéntrico	Bucle
Concéntrico	Concéntrico

(4) Grado

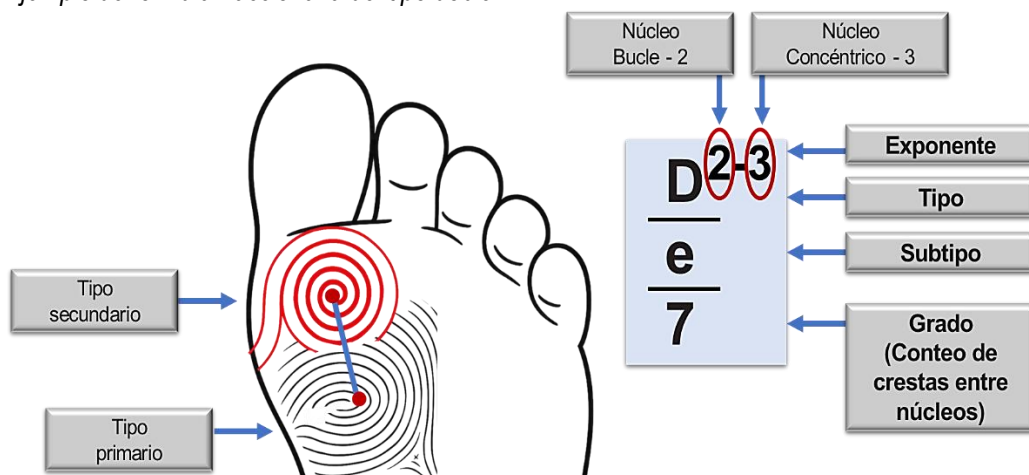
El grado se determina mediante el conteo del número de crestas papilares existentes entre los dos puntos nucleares correspondientes al tipo primario y al tipo secundario; y cuando presenta un solo núcleo, el conteo del número de crestas se realiza entre el punto nuclear y el punto déltico más próximo.

(5) Exponente

Es la representación numérica de los tipos que conforman el tipo doble, debiendo colocarse en la parte superior derecha de la letra "D" primero el número correspondiente al tipo primario, es decir, aquel que sirve de base al otro, seguido de un guion y el número del tipo secundario.

Figura 687

Ejemplo de fórmula fraccionaria del tipo doble.



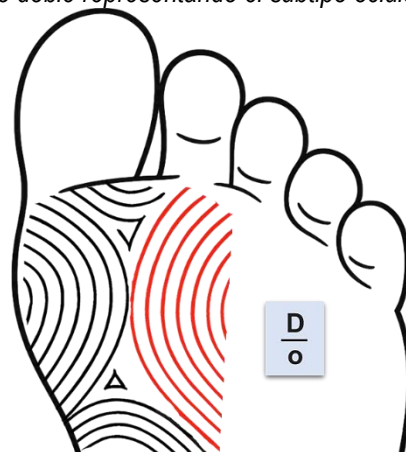
Nota. El exponente está indicando que el tipo doble está formado en este caso por un núcleo bucle como tipo primario con exponente dos y un núcleo concéntrico como tipo secundario con exponente tres.

(6) Observación

Cuando el tipo doble está conformado por un arciforme externo y un arciforme interno, se clasifica como subtipo ocluido, debido a que, al trazar una línea imaginaria horizontal que pase por el punto de convergencia, ninguno de los dos tipos establece una base sobre el otro.

Figura 688

Tipo doble representando el subtipo ocluido



Nota. Ilustración adaptada y tomada como referencia del Manual de Identificación de la PIP (1983).

g) Teratología pelmatoscópica

Al igual que la dactiloscopia, en la pelmatoscopia también se pueden observar casos de teratología, entendida como el estudio de las anomalías que afectan la estructura de las crestas papilares. La teratología pelmatoscópica aborda las anomalías que se manifiestan en la zona hallucal o en la planta de los pies, las cuales pueden tener un origen congénito, producto de alteraciones en el desarrollo embrionario o adquirido, debido a lesiones, cicatrices u otros factores externos. Entre las cuales se reconocen tres tipos: estigmatizado, falto o grotesco.

Figura 689

Ejemplo de teratología pelmatoscópica de origen congénito



Nota. Se observa un caso de polidactilia, al contar el recién nacido con seis dedos en cada pie.

i) Estigmatizado

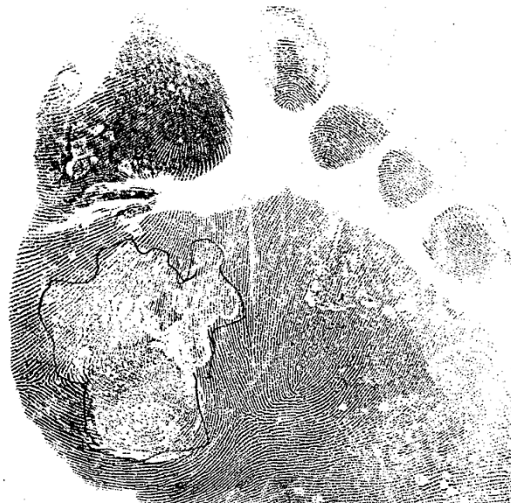
Es el pelmatograma caracterizado por la presencia de cicatrices o lesiones que afectan directamente el núcleo, el delta o ambos, impidiendo su adecuada clasificación pelmatoscópica. Esta anomalía



adquirida, suele observarse en personas acostumbradas a caminar con calzados rústicos o incluso descalzos, lo que produce la aparición de heridas o callosidades en la planta del pie. Su fórmula es la letra “E” mayúscula, carece de subtipos, grado y exponente.

Figura 690

Impresión plantar de tipo estigmatizado



Denominación	Estigmatizado
Representación gráfica	E

Nota. El pelmatograma en su zona hallucal presenta una anomalía adquirida de tipo estigmatizado.

ii) Falto

Constituido por una anomalía congénita o adquirida, que se caracteriza por una deformación ósea en el metatarso, las falanges o los huesos cuneiformes, o bien por la ausencia parcial o total del tejido muscular que conforma la zona hallucal. Esta anomalía está representada por la letra “F” mayúscula como tipo; carece de subtipo, grado y exponente.

Figura 691

Pelmatograma de tipo falto



Denominación	Falto
Representación gráfica	F

Nota. Se observa la ausencia total de la zona hallucal.

iii) Grotesco

Caracterizado por la presencia de un pie deformado, desproporcionado o contrahecho,



constituyendo una anomalía congénita o adquirida. En muchos casos, estas anomalías guardan correspondencia con las ya registradas en la teratología dactilar. Su fórmula es la letra “G” mayúscula, carece de subtipo, grado y exponente.

Figura 692

Impresión plantar de tipo grotesco



Denominación	Grotesco
Representación gráfica	G

Nota. Pelmatoograma de un pie deformado por una anomalía congénita.

Tabla 65

Anomalías pelmatoscópicas congénitas y adquiridas con su representación gráfica.

Tipos de anomalías	Representación gráfica
Estigmatizado	E
Falto	F
Grotesco	G

h) Importancia del dibujo plantar en la identificación del recién nacido

La identidad personal puede establecerse mediante el estudio, clasificación, archivo, cotejo, y homologación, de las crestas papilares presentes de las yemas de los dedos, palma de las manos y plantas de los pies, las cuales constituyen las tres zonas dérmico papilares del cuerpo humano. Estas áreas presentan dibujos papilares en alto relieve, caracterizados por su perennidad, inmutabilidad e infinita variedad, cualidades que han sido comprobadas científicamente y que sustentan su uso con fines de identificación personal.

Su fiabilidad ha sido ampliamente reconocida, considerándose una herramienta irrefutable en el ámbito científico y forense. Sin embargo, en el caso de los recién nacidos, la única técnica aplicable es la pelmatoscópica, debido a que suelen mantener las manos cerradas, presentan dedos pequeños y frágiles, y su disposición anatómica impide obtener impresiones digitales o palmares aprovechables,



salvo que el perito papiloscópico las obtenga mediante la técnica adecuada y la aplicación de su experiencia.

En el recién nacido, la planta del pie constituye la zona dérmica que ofrece las mejores condiciones naturales para la identificación papiloscópica, debido a que sus crestas papilares presentan una separación suficiente que facilita su observación. En el Perú, el proceso de identificación neonatal se realiza mediante la obtención de impresiones plantares, denominadas pelmatogramas, las cuales resultan aprovechables para el análisis y clasificación en aproximadamente el 90 % de los casos. El porcentaje restante corresponde a los casos en las que, por factores propios del infante, como movimientos involuntarios, las impresiones plantares obtenidas son ilegibles o poco definidas, impidiendo su clasificación tipológica.

Aproximadamente el 85 % de las impresiones plantares obtenidas de recién nacidos resultan aprovechables para el estudio comparativo de las denominadas “líneas blancas”, las cuales conforman una red de pliegues o arrugas en bajo relieve, que por su orientación, ubicación e intersecciones dentro del pelmatograma, permiten establecer configuraciones geométricas únicas, que pueden ser homologadas o comparadas para la determinación precisa de la identidad del recién nacido.

Figura 693

Impresión plantar del pie de un recién nacido



Nota. Las líneas blancas constituyen elementos auxiliares de gran utilidad para la identificación de los recién nacidos y menores de edad.

Mediante la aplicación del sistema pelmatoscópico, se ha logrado la identificación confiable de menores de edad, estableciendo además el nexo biológico entre madre e hijo, lo que permite determinar el derecho a la maternidad de la progenitora. Este procedimiento consiste en la toma simultánea de la impresión plantar del recién nacido y la del dedo índice derecho de la madre en la misma tarjeta de



registro. Dado que, se han resuelto numerosos casos de identidad en bebés abandonados, vivos o fallecidos, permitiendo no solo reconocer a las madres biológicas, sino también garantizar la seguridad hospitalaria al asegurar que cada madre, al ser dada de alta, egrese con el hijo que le corresponde.

i) Valor identificatorio de la red de líneas blancas

Se denomina líneas blancas a las marcas que quedan impresas en el papel de los pliegues y hendiduras de la piel plantar del recién nacido. Estas líneas, aunque muy visibles en los primeros días de vida, tienden a atenuarse progresivamente a partir de los 60 días, lo que limita su aprovechamiento para fines de identificación. No obstante, constituyen elementos auxiliares de gran valor para la identificación del recién nacido. Además, aproximadamente el 70% de los casos de bebés abandonados menores de dos meses, han sido identificados mediante el estudio de estas líneas. Las intersecciones que forman dan lugar a figuras como triángulos, cuadrados, rectángulos, líneas rectas, curvilíneas, ángulos y polígonos. Para efectos de la documentación pericial, se establece como parámetro técnico la presencia de catorce figuras geométricas claramente ubicadas en el interior del pelmatograma.

Figura 694

Impresión plantar del pie de un recién nacido ilustrando la identificación por red de líneas blancas



Nota. Reproducción fotográfica de pelmatograma, en el que se han acotado y señalado mediante flechas y números las catorce configuraciones formadas por la red de líneas blancas, permitiendo establecer la identidad del recién nacido.



7) Biometría

La palabra biometría proviene del griego *bio*, que significa “vida”, y *metron*, que significa “medida”. Según el Diccionario de la Lengua Española (2025), se define como el estudio mensurativo o estadístico de los fenómenos o procesos biológicos. Por tanto, la biometría es el campo que estudia y utiliza características biológicas y conductuales con la finalidad de identificar individuos de manera única. Entre las características biológicas se incluyen las huellas dactilares, los patrones faciales y los patrones oculares, mientras que entre las conductuales destacan la firma manuscrita, el patrón de voz y la velocidad de digitación. La biometría se fundamenta en la premisa de que ciertos rasgos son inherentes a cada persona y pueden ser medidos y analizados para la identificación.

Figura 695

La biometría y sus diferentes usos en la seguridad actual



Nota. La biometría ofrece grandes ventajas frente a otros sistemas de autenticación, como el uso de tarjetas, contraseñas o pulseras.

a) Evolución de la biometría.

Los orígenes de la tecnología biométrica se remontan a las civilizaciones antiguas, donde las huellas dactilares y las marcas de las manos eran empleadas como medios rudimentarios de identificación personal. Sin embargo, fue a finales del siglo XIX cuando surgió el primer enfoque científico para la identificación mediante huellas dactilares, marcando el inicio formal de la biometría moderna.

Durante el siglo XX, los avances tecnológicos permitieron el desarrollo de nuevas modalidades biométricas, como el reconocimiento facial, el escáner de iris y los sistemas automatizados de huellas dactilares, los cuales transformaron los métodos de verificación de identidad. Estos progresos sentaron las bases para la biometría precisa que hoy se aplica en ámbitos como la investigación criminal, la seguridad, la administración pública y la salud.

La tecnología biométrica actualmente se ha convertido en una herramienta omnipresente en la vida cotidiana. Su aplicación abarca desde la protección de teléfonos inteligentes hasta la implementación de sistemas de identificación rápida en aeropuertos, inclusive está revolucionando la atención médica; los dispositivos de reconocimiento facial, de huellas dactilares y de iris se han generalizado, proporcionando a los usuarios métodos de autenticación confiables, eficientes y seguros. Paralelamente, ha cobrado relevancia la biometría conductual, que analiza patrones individuales como la dinámica de pulsación de teclas o la forma de caminar, estas tecnologías, además de ser no intrusivas, permiten una identificación única de la persona humana.



b) Tipos de biometría

La era digital actual ha revolucionado la tecnología, ofreciendo dentro de la industria de la biometría alternativas diversas para su uso y aplicación. La biometría, se clasifica en biometría estática y biometría dinámica.

i) Biometría estática

Se define como la identificación y verificación de individuos a través de sus características físicas o corporales, las cuales son únicas y permanecen constantes a lo largo del tiempo. Por lo cual, este tipo de biometría se centra en los rasgos que no se ven significativamente alterados por factores como la edad, la salud o el entorno; como, por ejemplo: las huellas dactilares, el reconocimiento de iris, geometría de la mano, reconocimiento de venas y análisis del ADN.

Figura 696*Tipos de biometría estática*

Nota. Las huellas dactilares, el reconocimiento de iris y el reconocimiento facial, son considerados como los más representativos de la biometría estática.

ii) Biometría dinámica

Se define como la identificación y verificación de individuos a través de características biométricas que son variable y pueden cambiar en función del comportamiento o las condiciones en las que se capturan, ya que pueden ser influenciados por factores como el estado emocional, la salud o el contexto situacional; entre lo cuales encontramos: la dinámica de tecleo, el análisis gestual, el reconocimiento de voz, la dinámica de la firma y la cadencia del paso.

Figura 697*Tipos de biometría dinámica*

Nota. Se presentan entre los ejemplos más destacados de la biometría dinámica: el reconocimiento de voz, la cadencia del paso y la dinámica de firma.

c) Requisitos de las características físicas y conductuales para ser empleados como elementos de identificación biométrica

- i) **Universalidad:** todos los seres humanos deben de poseer ese rasgo biométrico que permita utilizar la misma diferenciación de unos sobre otros.
- ii) **Unicidad o particularidad:** las características deben ser inherentemente únicas para cada ser humano, garantizando que no haya coincidencias entre diferentes personas.



- iii) Permanencia o estabilidad: las características deben permanecer constantes a lo largo del tiempo y no variar significativamente.
- iv) Medible o Recolectable: las características deben poder ser medidas cuantitativamente y capturadas de forma sencilla y eficiente.
- v) Buen rendimiento: la característica biométrica debe garantizar precisión y robustez en diferentes factores ambientales.
- vi) Aceptabilidad: debe ser aceptable para los usuarios, considerando la accesibilidad, la comodidad y la percepción de la seguridad para su identificación.
- vii) Variabilidad controlada: las características deben poder tolerar ciertas variaciones o cambios que puedan ocurrir por factores como el envejecimiento, cambios de salud o condiciones ambientales.
- viii) Facilidad de comparación: las características deben ser fácilmente comparables con un modelo de referencia almacenado en una base de datos, implicando que puedan convertirse a formatos digitales que permita su rápido procesamiento.
- ix) Resistencia a la suplantación: las características deben tratarse de rasgos que ofrezcan dificultades para ser replicados o falsificados.
- x) Seguridad de los datos: los sistemas que emplean características biométricas deben garantizar la seguridad de los datos recolectados, incluyendo el cifrado y las medidas de seguridad para evitar accesos no autorizados.
- xi) Costo y factibilidad técnica: la tecnología para capturar y procesar las características biométricas debe ser accesible y costeable, de modo que su implementación sea viable en diferentes contextos.

d) Sistema Automatizado de Identificación Dactilar (AFIS)

El sistema AFIS (Automated Fingerprint Identification System) o Sistema Automatizado de Identificación Dactilar (en español), es un sistema biométrico digitalizado diseñado para capturar, almacenar, analizar y comparar datos de huellas dactilares, utilizando sofisticados algoritmos de reconocimiento de huellas dactilares, comparándolos de forma rápida y precisa dentro de un conjunto de huellas dactilares que se encuentran almacenados en una vasta base de datos, requiriendo de la intervención del perito papiloscópico para el veredicto final por medio de las técnicas y métodos científicos para la clasificación de la morfología papilar.

Dicho software está desarrollado sobre la base de las técnicas de la biometría, con el objetivo de verificar la identidad de las personas, analizando y midiendo rasgos unívocos, considerando una serie de fórmulas alfanuméricas, algoritmos matemáticos, códigos binarios de las impresiones, dactilogramas y fragmentos de latentes, en cuya base de datos se realiza la recopilación de la data; vale decir, datos demográficos, generales de ley, latentes, huellas dactilares, huellas decadactilares, huellas palmares, huellas planas, huellas simultaneas, huellas rodadas, imágenes fotográficas, etc.

i) AFIS civil

Emplea exclusivamente la toma de huellas planas para garantizar que una persona no logre, mediante la presentación de documentos apócrifos, adquiera una identidad doble o múltiple. En el Perú, el RENIEC dispone de este sistema bajo la denominación de ABIS, que integra su AFIS de reconocimiento dactilar y facial.



ii) AFIS policial

El manejo de las fichas decadactilares y las huellas latentes papilares, que se obtienen en las escenas del crimen; son empleadas por la Policía Nacional del Perú (PNP) para el apoyo técnico-científico en la investigación de delitos; por lo tanto, constituye un sistema de apoyo o herramienta de trabajo para el perito en identificación papiloscópica, que optimiza el tiempo y distancia.

(1) Aplicaciones del AFIS PNP

- (a) Brinda una solución integrada para la captura, codificación, búsqueda, almacenamiento y despliegue de huellas dactilares, así como fragmentos de huellas e impresiones papilares.
- (b) Permite la resolución de casos criminales y vinculación de crímenes, en los casos de personas que se encuentren registradas en el sistema, proporcionando apoyo técnico-científico en la investigación de delitos, para la identificación de presuntos autores, cómplices, y víctimas.
- (c) Mejora la productividad mediante la automatización del sistema mecánico, reduciendo el tiempo de búsqueda y precisión en el examen de fragmentos de huellas papilares en un universo de impresiones, almacenadas en la base de datos.
- (d) Permite el registro dactilar de personas naturales nacionales y extranjeras. Que nos permite posteriormente buscar esa información en el sistema con fines de identificación personal.
- (e) Otorga la posibilidad de interoperabilidad con otros sistemas que cuenten con la misma interfaz.

(2) Componentes y estructura del sistema AFIS PNP

- (a) Servidor central: este sistema integra otros servidores que conforman la estructura del AFIS PNP. Entre estos se encuentran: el servidor de base de datos (ORACLE – DBM), el servidor de cotejo (MetaMatcher) y el servidor para el motor de flujo de trabajo, administración del sistema y servidor biométrico (MetaMorpho).
- (b) Estación de administración: es un módulo integrado con herramientas de gestión para el monitoreo y administración del sistema con relación a la auditoría y respaldo de las bases de datos (backup). Esto incluye lo siguiente: manejo de expedientes, administración de usuarios e informes, es decir, registros estadísticos, gestión de bases de datos, actividad del sistema, resultado de búsquedas, crecimiento de la base de datos, tablas de bitácora y archivo de plantillas biométricas.
- (c) Estaciones de trabajo completa (Full Work Station): son módulos que integran en la misma aplicación todas las funciones necesarias para ingresar las tarjetas decadactilares, palmares y rastros de huellas, denominados también huellas latentes, en el servidor central AFIS PNP, permitiendo al operador, realizar las siguientes actividades: captura de personas a través de imágenes dactilares, decadactilares y palmares; captura de evidencias latentes, búsqueda y verificaciones; permite la validación y cotejo de las huellas ingresadas al sistema con las que se encuentran en la base de datos; control de calidad e intercambio de información con la base de datos del RENIEC, mediante la interfaz de procesamiento del INTERAFIS PNP. Cada estación está equipada con una computadora personal (PC) con pantalla de alta resolución y un escáner de cama plana.
- (d) Estaciones de adquisición de latentes (Law): es un sistema de laboratorio equipado con dispositivos para la captura de huellas o fragmentos patentes y latentes, directamente de



los soportes hallados en la escena del crimen, como armas de fuego, armas blancas, vasos, papeles y demás objetos, lo cual supera al proceso tradicional de levantamiento de huellas. Esta estación se encuentra equipada con una computadora personal (PC), escáner, cámara digital, kit de mesa y Sistema de Alimentación Ininterrumpida, en inglés Uninterruptible Power Supply (UPS).

- (e) Estaciones de captura fija o enrolamiento en vivo (MEVA): es una estación de enrolamiento en vivo (livescan) o captura de huellas papiloscópicas sin papel, proveyendo la captura de imágenes fiables y de alta calidad de las huellas dactilares rodadas, planas y simultáneas; así como el dibujo papilar palmar y de falanges de una persona. Además, efectúa el almacenamiento, transmisión e impresión del registro; incluye también visualizaciones de texto y gráficas para ayudar al usuario durante el proceso de captura. Cada estación posee un gabinete de seguridad ergonómico, con pantalla, computadora personal (PC), escáner, impresora, cámara de alta definición y Sistema de Alimentación Ininterrumpida, en inglés Uninterruptible Power Supply (UPS).
- (f) Estaciones móviles de captura en vivo (MEVA): tienen las mismas características de las estaciones fijas y pueden ser transportadas de un sitio a otro, ya que incorpora una maleta donde se almacenan todos los componentes de la estación, manteniéndose protegidas durante su traslado.
- (g) Equipos portátiles de búsqueda rápida (Rap Id): es un terminal móvil de identificación rápida (Fast Id), diseñado para proveer servicios de identificación en el campo y en tiempo real. Este dispositivo permite capturar los dactilogramas de los diez dedos de las manos en posición plana, extraer puntos característicos y transmitir esos datos al AFIS PNP, en línea para su búsqueda automática.

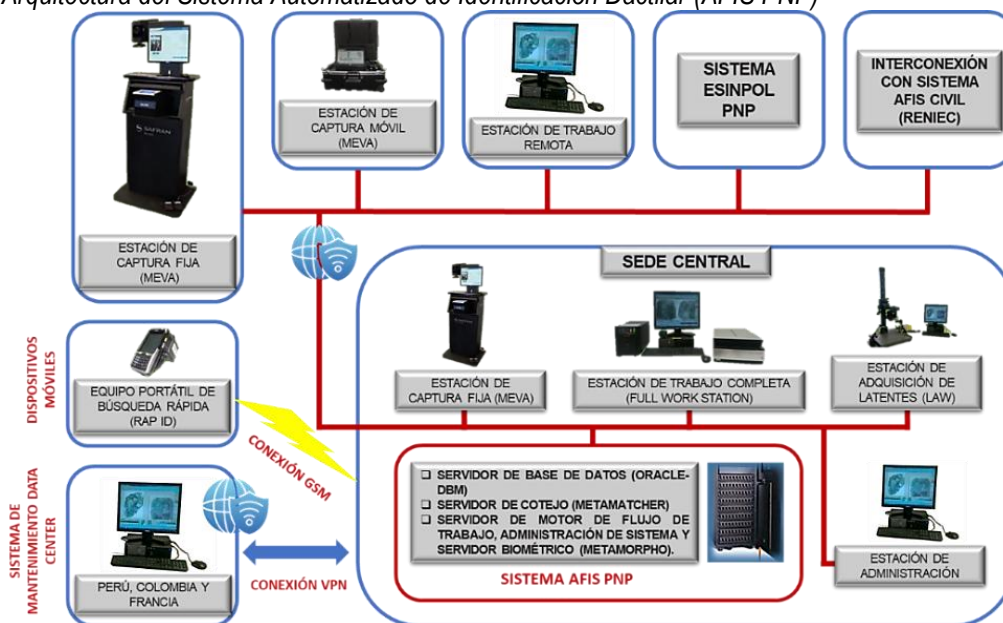
Figura 698

Componentes del Sistema Automatizado de Identificación Dactilar (AFIS PNP)



Figura 699

Arquitectura del Sistema Automatizado de Identificación Dactilar (AFIS PNP)



8) Importancia de la identificación papiloscópica

- a) Las crestas papilares son únicas, inmutables, universales y fáciles de clasificar.

Estas características garantizan su confiabilidad, pues no existen dos impresiones dactilares iguales, ni siquiera en la misma persona.

- b) Para lograr la identificación de personas a través de los dibujos papilares,

Es preciso disponer de registros o reseñas anteriores que permitan realizar el cotejo o comparación. Este proceso se lleva a cabo mediante la creación de archivos manuales, conformados por tarjetas debidamente clasificadas, formuladas y almacenadas, o mediante la implementación de archivos sistematizados como el del AFIS PNP, que permiten escanear, codificar, cotejar y almacenar digitalmente las imágenes de impresiones papilares y huellas latentes papilares.

- c) Por lo general, la identificación papiloscópica se aplica de la siguiente forma:

- La identificación de cualquier individuo es posible siempre que se cuente con una reseña o registro papiloscópico anterior y una actual, o bien con la presencia física de la persona para realizar la comparación.
- La identificación de cadáveres y personas con imposibilidad de comunicación, como individuos amnésicos, en estado de coma, mudos o extranjeros que desconocen el idioma local.
- La identificación de los presuntos autores de un hecho delictivo, con respecto a las huellas papilares dejadas en el lugar de los hechos e impresiones dactilares obrantes en documentos controvertidos.

- d) Observaciones importantes para la toma de impresiones

- e) Antes de iniciar la toma de impresiones, el perito u operador PNP que la realice, debe estar debidamente preparado para hacerlo y ser consciente de la importancia de que las muestras recolectadas reúnan las condiciones de suficiencia y calidad en los niveles I, II y III, para su estudio y análisis, permitiendo llevar a cabo un estudio sin complicaciones con impresiones latentes levantadas de la escena del crimen,

para su comparación con registros anteriores o para ingresarlas al sistema AFIS PNP. La adquisición de impresiones papiloscópicas se realiza de la siguiente forma: primero, se debe contar con la suficiente experticia en la toma de impresiones dactilares en personas vivas, para luego trasladar ese aprendizaje a cadáveres, debido a su mayor grado de dificultad.

9) Formas de adquisición de huellas papilares

a) Método de reseña y toma de impresiones manual

Consiste en el llenado de los generales de ley de carácter individual de una persona, que solo se puede obtener directamente de cada persona natural viva a quien se va a reseñar; también, se le podrá tomar sus impresiones papilares, a fin de poderla identificar o de registrar un antecedente policial de acuerdo al Decreto Supremo N° 025-2019-IN, que aprueba los servicios prestados en exclusividad a cargo de la Policía Nacional del Perú.

Este procedimiento lo ejecuta el perito papiloscópico a fin de obtener muestras de la yema de los dedos, palma de las manos o planta de los pies, mediante el método manual que requiere contar con el equipo idóneo y la aplicación de su propia técnica, sujeta a determinadas normas que aseguran su éxito y orientada a garantizar la obtención de impresiones legibles con la finalidad de identificar personas.

i) Equipo de trabajo

Consta del mobiliario y materiales necesarios utilizados por el operador para la correcta toma y reseña de impresiones, los cuales con:

- (1) La plancha tintero portátil o un mueble denominado caballete.
- (2) Rodillo de goma para esparcir la tinta, que se aplica sobre la planchuela.
- (3) Tinta negra fabricada para la toma de impresiones, debido a que otros tipos de tintas son demasiado ligeras, demasiado delgadas o no secan rápidamente.
- (4) Tarjetas dactiloscópicas conformadas por las tarjetas alfabéticas y decadactilares, tarjetas necrodactilares y tarjetas pelmatoscópicas.

ii) Técnica operatoria

- (1) Examen y preparación del sujeto: la persona a quien se le va a realizar la toma de impresiones dactilares, denominada reseñado, previamente se le indicará se realice el lavado de manos con jabón por al menos 20 segundos o en su defecto la desinfección con clorhexidina al 2% o alcohol al 96%. Posteriormente, se efectuará un examen de los pulpejos dactilares y de ser posible, se dispondrá que se lave las manos con agua fría y jabón, con el fin de eliminar el sudor y/o sustancias grasas de sus manos.
- (2) Entintado y procedimiento
 - (a) Sobre el cristal o planchuela se vierte una pequeña cantidad de tinta, la cual se extiende con el rodillo a fin de formar una película uniforme y sin grumos.
 - (b) Para el entintado de los dedos, se inicia la acción desde el auricular hacia el pulgar en la mano derecha, y del pulgar hacia el auricular en la mano izquierda.
 - (c) El entintado se realiza de manera rodada.



- (d) Luego, el operador toma la segunda falange del sujeto entre los dedos pulgar, índice y medio derechos, y con el pulgar e índice izquierdos sujeta la tercera falange a la altura de los bordes de la uña, para efectuar la rotación con ligera presión sobre la planchuela entintada.
- (e) Se entiende que la acción de entintar se realiza sobre los pulpejos de la tercera falange. Sin soltar el dedo entintado, se lo lleva hacia la tarjeta y se imprime en la casilla correspondiente, con un movimiento de una sola rotación, desde el extremo más distante hacia el próximo.
- (f) Para obtener las impresiones simultáneas, se entintan por contacto sobre la planchuela los cuatro dedos (índice, medio, anular y auricular), y haciendo una ligera y pareja presión sobre el dorso de los dedos, se imprimen en el área respectiva.

Tabla 66

Detalle del equipo de trabajo para utilizar en la reseña dactilar

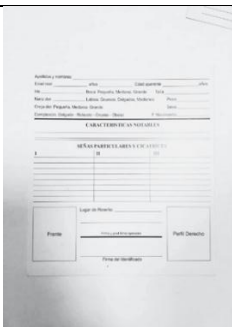
Descripción	Referencia fotográfica
Caballote o soporte plano y rígido que podrá ser de vidrio, acrílico, madera o metal o cilíndrico	
Rodillo de goma para esparcir la tinta	
Tinta negra formulada para este propósito	
Tarjeta dactilar	
Tarjeta necrodactilar	

Nota. Para realizar la toma de impresiones dactilares se utiliza el caballote, rodillo, tinta y tarjeta decadactilar y necrodactilar.



Tabla 67

Procedimiento para la toma de impresiones dactilares

Descripción	Referencia fotográfica
Se llenará íntegramente la tarjeta con los datos demográficos que corresponda	
Extender uniformemente la tinta con el rodillo sobre la planchuela	
El entintado es de manera rodada, es decir, de uña a uña	 Para la obtención de Resultados  ■ Correcto Entintado Dactilar
Sin soltar el dedo entintado llevarlo hacia la tarjeta e imprimirlo en la casilla correspondiente	
Obtención de impresiones dactilares rodadas y simultaneas	   

Nota. En las imágenes se aprecia todo el procedimiento para toma de las impresiones dactilares aplicando la técnica adecuada.

b) Método de enrolamiento y captura biométrica

Se denomina enrolamiento en vivo o captura en vivo, a la obtención de la imagen del dactilograma natural mediante un bloque óptico especializado. Este tipo de adquisición no requiere el uso de tinta y permite realizar un control de calidad automático. No obstante, es el perito papiloscópico quien realiza la verificación y validación final antes de su registro definitivo.

i) Estaciones de enrolamiento en vivo

La captura de huellas papiloscópicas decadactilares y registro en vivo, se realiza mediante equipos denominados estaciones de trabajo fijas y móviles, así como mediante dispositivos móviles.

(1) Estación fija y móvil de enrolamiento en vivo (MEVA)

Se utiliza para realizar capturas papiloscópicas a personas vivas. Es una aplicación basada en web, que incorpora un bloque óptico y una cámara digital, destinada al enrolamiento en vivo de personas. Captura en tiempo real las huellas dactilares (planas y rodadas), palmares, hipotenares, retratos e información demográfica, y las transfiere automáticamente al sistema central, una vez concluida la adquisición.

(a) Funcionalidades

- (i) Digita datos alfanuméricos (caracteres ASCII).
- (ii) Captura de cinco fotografías usando la cámara digital.
- (iii) Captura de cuatro huellas planas simultáneas.
- (iv) Captura de hasta diez huellas rodadas.
- (v) Captura de dos huellas palmares.
- (vi) Captura de dos huellas de la región hipotenar.

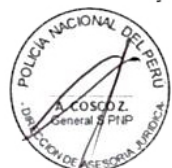
(2) Equipo de identificación portátil (Rap Id)

Este dispositivo permite, dependiendo de la versión de software y hardware, tomar impresiones necrodactilares, realizar búsquedas y reseñar personas con datos biográficos, fotográficos y biométricos.

Entre otras características, al ser portátil como un celular, cuenta con la capacidad de almacenar las diez impresiones dactilares planas de trescientas personas, las cuales se descargan posteriormente y se cargan a la base de datos central.

(a) Funcionalidades

- (i) Búsqueda remota por huella, que permite comparar impresiones, capturadas en vivo contra el AFIS PNP.
- (ii) Búsqueda local por huella, que permite comparar un par de huellas, capturadas en vivo, contra unas listas negras locales, que corresponden a las que se almacenan internamente en su memoria.
- (iii) MyScan que permite la adquisición de datos demográficos y biométricos con expedientes que se almacenan localmente.



ii) Técnica operatoria

(1) Examen y preparación del sujeto

Se usa el mismo procedimiento de examen y preparación del sujeto que en el método de reseña y toma de impresiones manual. Sin embargo, ciertos factores pueden afectar la calidad de la captura de las huellas papiloscópicas, como la presencia de dedos o palmas excesivamente secos o, por el contrario, demasiado húmedos; por lo que a continuación se plantea las siguientes soluciones:

(a) En piel seca

Se recomienda hidratar ligeramente la zona con un pañito húmedo.

(b) En piel húmeda

Se le pide a la persona que se seque los dedos y las palmas de sus manos. Generalmente esto es suficiente.

Figura 700

Perito dactiloscópico realizando la captura de las huellas dactilares rodadas del detenido



(2) Procedimiento de enrolamiento en vivo y captura de huellas papiloscópicas.

(a) Captura de huellas planas y simultáneas

Se debe presionar los dedos con la fuerza adecuada sobre la superficie del bloque óptico, ya sea en la estación MEVA, fija o móvil, o sobre el sensor de huellas dactilares, Rap Id; con el propósito de obtener una imagen clara y definida.

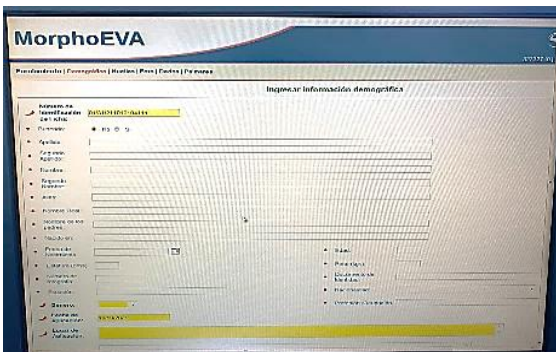
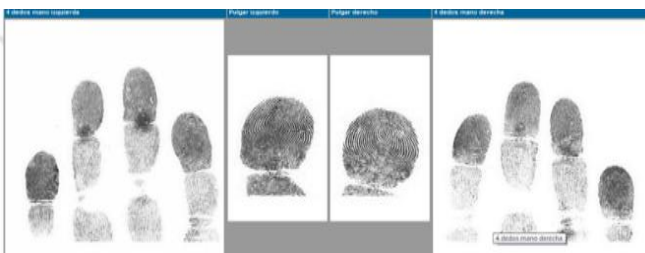
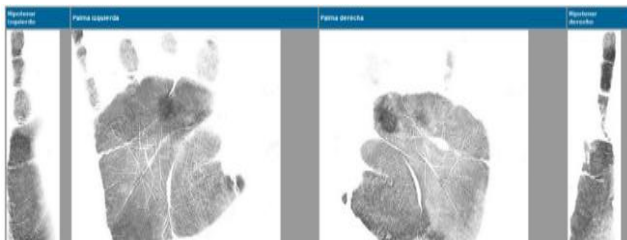
(b) Captura de huellas rodadas

Se hacen bien de derecha a izquierda o de izquierda a derecha, el dedo se puede colocar en ángulos de hasta 30 grados (30°), pero para obtener una máxima precisión, la captura de la huella debe ser vertical.



Tabla 68

Funcionalidades de la estación fija y móvil de enrolamiento en vivo (MEVA)

Descripción	Referencia fotográfica
Digita datos alfanuméricos conformados por datos demográficos y generales de ley	
Captura de cinco fotografías usando la cámara digital	
Captura de cuatro huellas planas simultáneas	
Captura de hasta diez huellas rodadas	
Captura de dos huellas palmares y dos huellas de la región hipotenar	

Nota. En las imágenes se visualiza a detalle las capturas papiloscópicas a personas vivas mediante el uso de la estación fija de enrolamiento en vivo (MEVA).

(3) Adquisición de fotografía

Se aplican los criterios de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), para la toma de fotografías, las cuáles deben cumplir con ciertos estándares de calidad como: fondo claro en un color liso, sin sombras, ni objetos visibles. La calidad de la imagen se exige en alta resolución y contraste, con el rostro bien centrado y con buena iluminación. Las tomas fotográficas a recopilar deben ser del rostro de la persona, de frente y de perfil, de ambos lados, derecho e izquierdo; la persona a fotografiar no debe utilizar prendas u objetos que le cubran el rostro u orejas; también, de ser el caso se pueden tomar fotografías de características particulares, tatuajes y/o cicatrices.

Tabla 69

Procedimiento de enrolamiento en vivo y captura de huellas papiloscópicas

Descripción	Referencia fotográfica
Captura de huellas planas y simultáneas	
Captura de huellas rodadas	
Adquisición de fotografía	

Nota. Se puede observar la técnica operatoria a ejecutar en el la estación fija para el enrolamiento en vivo (MEVA).

c) Recolección de impresiones dactilares en cadáveres

i) Fase de recopilación de impresiones ante mortem

Son las impresiones dactilares que se toman a la persona cuando aún se encuentra con vida. Esta recolección es llevada a cabo por peritos en identificación de la DIRCRI y de los departamentos desconcentrados de todo el país, quienes, a solicitud de las unidades de investigación de la PNP,

Ministerio Público o Poder Judicial, efectúan la reseña y toma de impresiones papiloscópicas aplicando el método manual o la captura de huellas papiloscópicas, según corresponda.

En las regiones donde no existe una terminal AFIS, las fichas dactiloscópicas generadas por mandato judicial se remiten a Lima para su clasificación y archivamiento en la sede central de la DIRCRI. Asimismo, la entidad encargada por mandato constitucional de recolectar y almacenar las impresiones dactilares de todos los ciudadanos peruanos es el RENIEC. Estos registros, en general, resultan indispensables para permitir el cotejo con las muestras que se toman a cadáveres de fallecidos por diferentes causas, con la finalidad de determinar su identidad plena.

ii) Fase de recopilación de impresiones post mortem

Un método frecuentemente empleado para la identificación de cadáveres es el reconocimiento visual por parte de familiares, amigos o mediante elementos, como la vestimenta u objetos personales. Sin embargo, esta forma de identificación resulta altamente susceptible a errores que pueden conducir a confusiones e incluso a la entrega equivocada de un cuerpo. Por ello, el método más fiable y preciso es la identificación mediante impresiones necrodactilares. En los casos en que este método no sea aplicable, la estomatología forense, adquiere especial relevancia mediante el estudio de las piezas dentarias en el proceso de identificación.

En casos donde, el cadáver se encuentra mutilado, descompuesto, quemado o fragmentado, y los métodos de identificación convencionales resultan inaplicables, se recurre al estudio antropológico forense del esqueleto. Este análisis permite determinar características como la edad, el sexo, la raza y la estatura del individuo; así como, también se puede recurrir a la comparación genética por medio del ADN, lo que constituye el método más adecuado para establecer la identidad.

Las impresiones post mortem, también denominadas impresiones necrodactilares, se toman generalmente mediante el método manual, aunque en determinadas circunstancias pueden emplearse equipos como los descritos en los párrafos anteriores. Este procedimiento se aplica en la identificación de cadáveres vinculados a hechos de criminalidad, muertes violentas o accidentes, así como en aquellos casos en que exista duda razonable sobre la identidad del individuo (NN). Por este motivo, es fundamental considerar que el éxito en el desarrollo, registro y toma de estas muestras depende en gran medida de la experiencia y conocimientos especializados en necropapiloscopía.

iii) Medidas básicas antes de manipular un cadáver

- (1) Los principios de precaución y respeto a la dignidad humana se cumplen en todo momento durante la manipulación del cadáver, garantizando la ética profesional del procedimiento
- (2) Se debe asumir que todos los cadáveres presentan un potencial riesgo biológico y se consideran contaminados.
- (3) Los instrumentos con punta y/o filo se manipulan con extrema precaución para prevenir accidentes.
- (4) El perito papiloscópico debe lavarse cuidadosamente las manos antes y después del contacto con el cadáver, incluso si ha utilizado guantes.
- (5) Asimismo, los materiales contaminados como gasas o toallas contaminadas utilizadas para la limpieza de los pulpejos dactilares, deben desecharse en un recipiente receptor situado cerca del cadáver y del equipo de necropsia.



- (6) En caso de derrames de sangre o fluidos corporales, se aplican de inmediato y cuidadosamente agentes desinfectantes efectivos sobre el derrame.
- (7) Si se sufre una punción o herida accidental con un objeto contaminado, se notifica del hecho y se debe recibir atención médica inmediata, realizándose el cuidado y seguimiento del caso por parte de las autoridades encargadas.

iv) Medidas de bioseguridad

Las medidas de bioseguridad constituyen un conjunto de acciones preventivas orientadas a minimizar y controlar los riesgos biológicos a los que se exponen los operadores, ya sea en la escena del crimen o en el laboratorio, con el fin de evitar la contaminación cruzada en el manejo de evidencias. Conforme a lo establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en sus orientaciones para la prevención y control de infecciones, estas medidas son esenciales para la gestión segura de cadáveres.

Por lo tanto, la seguridad y el bienestar de los peritos PNP que manipulan los cadáveres para efectos de su identificación, cuando lo amerita, deben ser la principal prioridad antes de realizar la recolección de muestras necrodactilares. Entonces, se recomienda limitar al mínimo imprescindible sus intervenciones sobre el cadáver, debido al riesgo que representan los líquidos corporales que pueden liberarse durante el proceso.

En ese contexto, debe asumirse siempre que todo cadáver es potencialmente contaminante. Asimismo, resulta indispensable verificar la disponibilidad y el correcto uso del Equipo de Protección Personal (EPP), garantizando que cada perito cuente con los insumos adecuados para desarrollar su labor de manera segura y eficiente.

v) Muerte

Los peritos PNP que realizan trabajos de identificación, y en lo concerniente a cadáveres fallecidos, deben saber diferenciar el tipo de muerte.

- (1) Natural: es el resultado del fin existencial, espontáneo y esperado, común a toda persona como: el envejecimiento, enfermedades degenerativas, cardiovasculares, neoplásicas, infecciones, etc.
- (2) Violenta: cuando la interrupción de la vida resulta un proceso antinatural, como en los casos de: muerte accidental, suicida, homicida, etc.

vi) Tanatología

De igual forma, el perito deberá conocer el estado de descomposición en que se encuentra el cadáver, ya que este factor influye directamente en la aplicación de los métodos de identificación. En ese sentido, la tanatología se presenta como una disciplina integral dedicada al estudio científico del fenómeno de la muerte en los seres humanos. Aplica el método científico inductivo – deductivo y diversas técnicas forenses, permitiendo analizar las transformaciones físicas, químicas y biológicas que ocurren en el deceso para poder resolver situaciones conflictivas del entorno médico forense.



Tabla 70

Imágenes fotográficas referenciales de cadáveres “NN”

Descripción	Referencia fotográfica
Fenómenos cadavéricos tempranos inician de las 0 horas hasta las 24 horas, presentando estas características: acidificación, enfriamiento, deshidratación, lividez, rigidez y espasmo	 
Fenómenos cadavéricos tardíos inician de las 24 a 36 horas en adelante, presentan fenómenos destructores: autólisis, putrefacción y antropofagia cadavérica	
Fenómenos conservadores: momificación, adipocira y corificación	

Nota. Cadáveres con fenómenos cadavéricos tales como frescos, putrefactos y momificados, donde se procede a la toma de las impresiones necrodactilares.

vii) Equipo de trabajo

El equipo necesario para tomar impresiones necrodactilares incluye un rodillo de tinta, una placa de entintado fabricada en vidrio o en un metal inoxidable, como acero, tarjetas necrodactilares y una tinta negra de calidad, especialmente formulada para este propósito. En ciertas circunstancias, se utiliza el equipo de identificación portátil o lector biométrico con enlace al RENIEC.

Figura 701

Equipo de trabajo para toma de impresión necrodactilar.



viii) Toma de impresiones en personas recientemente fallecidas

La toma de muestras en individuos recientemente fallecidos, en la mayoría de los casos, se efectúa mediante procedimientos similares a los empleados en personas vivas. En efecto, si las manos se conservan en condiciones adecuadas, la obtención de impresiones necrodactilares se logra estirando cuidadosamente los dedos y aplanando la palma sobre la superficie de registro. Sin embargo, si el cadáver presenta señales de rigor mortis, se hace necesario realizar un procedimiento manual de flexión del antebrazo en un ángulo de 90° y proceder a presionar la muñeca hacia abajo, las veces que sea necesaria hasta obtener la liberación del rigor mortis.

Figura 702

Toma de impresiones necrodactilar a cadáver "NN"



Nota. El perito papiloscópico está procediendo a la toma de las impresiones necrodactilares del cadáver "NN" aplicando una técnica adecuada en la cual debe flexionar el antebrazo y en un ángulo de 90° proceder a la toma necrodactilar.

La toma de impresiones en cadáveres descompuestos, momificados, carbonizados o macerados. Obtener muestras de pulpejos descompuestos, momificados, carbonizados o macerados puede resultar mucho más difícil, cuando la descomposición, desecación o maceración de la piel impide la toma de muestras mediante los métodos tradicionales. En estos casos, se amerita remover quirúrgicamente el tejido y enviarlo a un laboratorio, donde se lleven a cabo procedimientos avanzados.

Figura 703

Imágenes de un cadáver "NN"



Nota. Perito papiloscópico analizando el pulpejo del cadáver que presenta fenómenos cadavéricos como putrefacción y desprendimiento de la epidermis en forma de guantelete dactilar.



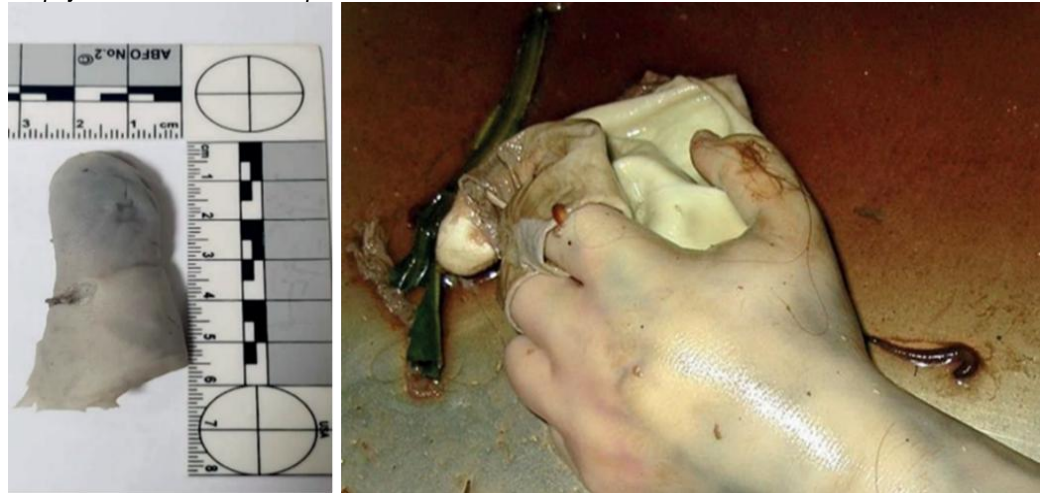
(1) En piel descompuesta

La piel putrefacta, que se encuentra en estado de descomposición, es frágil; por tanto, se debe tener máxima precaución durante el examen y tratamiento del pulpejo dactilar. Si la epidermis aún conserva cierta integridad y las crestas papilares son distinguibles y no están muy dañadas, es posible entintarlo y tomar las impresiones con sumo cuidado. Sin embargo, cuando la piel se ha desprendido de los tejidos subyacentes, dermis o muestra un deterioro considerable, se puede de forma cuidadosa retirar, limpiar, secar y proceder a su impresión, mediante la colocación sobre el dedo o mano enguantada del perito para proceder a su impresión.

Cuando la descomposición es avanzada, las capas inferiores, como la dermis, pueden revelar detalles distinguibles de las crestas papilares, por lo que también se debe proceder a tomar impresiones de dicha capa.

Figura 704

Pulpejo dactilar de cadáver putrefacto



Nota. Se puede observar en las imágenes una mano de cadáver putrefacto que se encuentra separada de la piel y de los tejidos subyacentes, desprendiéndose en forma de guantelete el cual es perennizado con el testigo métrico.

(2) En piel macerada

La maceración ocurre cuando el individuo ha permanecido sumergido en agua durante un período prolongado, lo que provoca que la capa epidérmica absorba el agua, se hinche y pueda separarse de la dermis pocas horas después de la inmersión. En efecto, si la piel no está muy dañada, debe limpiarse, lavarse con alcohol y proceder con cuidado a la toma de impresiones, si se trata de recientemente fallecidos.

En los casos donde la piel está separada de la capa dérmica y presenta arrugas, es posible estirar el área para facilitar el entintado y la posterior toma de muestras. En estas situaciones donde la piel está arrugada pero no flexible, y por lo tanto no permite su estiramiento suave sobre el área del patrón, se puede inyectar glicerina, suero fisiológico o incluso agua en el bulbo del dedo para redondear la zona.

(3) En piel desecada o momificada

Los métodos tradicionales para tomar muestras necrodactilares en piel desecada, por lo general, implican cercenar la mano o los dedos y someterlos durante varias horas a remojo en



químicos rehidratantes potencialmente destructivos y técnicas suavizantes. No obstante, en ocasiones es factible aplicar el método Dorrego.

Figura 705

Toma de impresiones necrodactilares a cadáver macerado



Nota. Perito papiloscópico realizando la toma de las impresiones al cadáver que presenta los pulpejos macerados, aplicando la técnica adecuada.

Figura 706

Cadáver y pulpejo necrodactilar



Nota. El pulpejo necrodactilar de una mano procediendo a la rehidratación de tejidos o diafanización, que se puede realizar en una solución salina y/o Hp, con el fin de suavizar el tejido para una adecuada toma de las impresiones.

10) Confrontación papiloscópica

El primer paso en el proceso de confrontación papiloscópica se realiza basándose en la clasificación o tipo fundamental al que corresponde la muestra; es decir, se observa la dirección general en la que se encuentran las crestas papilares. Una vez establecida la correspondencia del mismo tipo fundamental entre las huellas papilares, se pasa a la identificación de las características que presentan las crestas, denominadas puntos característicos, tomando en cuenta su ubicación, situación, orientación y dirección.

Para una identificación plena, es necesario el acotamiento o reproducción de diez puntos característicos coincidentes en la misma forma, ubicación, situación y orientación en el caso de huellas latentes papilares reveladas de las diversas escenas del crimen y diez puntos característicos o minucias para impresiones dactilares obrantes en diversos documentos cuestionados).

Tabla 71

Comparativa de la muestra dubitada con la de comparación

Confrontación dactiloscópica		Muestra dubitada	De comparación
Clasificación dactilar	Tipo	Adelto	Adelto
Dextrodelto	Subtipo	Piniforme	Piniforme
	Infratipos	Clasificación terciaria	
Ubicación y acotación de minucias	Se ubican diez puntos característicos homólogos, en cuanto a su forma, ubicación, situación, orientación y dirección, en las (Huellas latentes papilares). Se ubican diez puntos característicos homólogos, en cuanto a su forma, ubicación, situación, orientación y dirección, en las impresiones dactilares obrantes en documentos cuestionados y otros.		
Decisión del análisis	Guarda o existe identidad dactilar Guarda o existe identidad plena Guarda o existe correspondencia		

Nota. Tabla representando el estudio entre la muestra dubitada con la de comparación donde se establece el acotamiento de los puntos característicos determinando que guarda identidad plena.

a) Procedimiento para establecer identidad plena

i) Antecedentes sobre acotamiento de puntos característicos

En el año 1972 se realizó un congreso internacional en Estados Unidos en donde un grupo de papiloscopistas de la Asociación Internacional de Identificación (IAI), discernieron sobre la ciencia dactiloscópica en el acotamiento de características identificatorias; en el año 1993, determinaron que no hay un fundamento científico para decir la cantidad necesaria de puntos característicos en los estudios.

De igual manera el año 1995, la comunidad internacional de papiloscopistas, realizaron el congreso internacional que se llevó a cabo en el país de Israel, donde volvieron a ratificar que no hay una cantidad determinada en el acotamiento de características congénitas identificatorias para una identificación plena de la muestra controvertida; sin embargo, determinaron que mucho va influir la experiencia del experto en papiloscopía, calidad de las muestras y otras características propias de las impresiones y huellas latentes papilares.

En el año 2004 la Organización de Comités de Áreas Científicas para la Ciencia Forense (OSAC), mediante el estudio de crestas de fricción y la calidad de nitidez y orientación se puede acotar un mínimo de puntos característicos, asimismo, en el año 2014, se crea un subgrupo de papiloscopistas, quienes determinaron un pronunciamiento sobre el estudio de homologación





dactilar, realizándolo de manera cuantitativa y cualitativa, observando en ciertas características propias en la crestas como papilares, en cuanto a sus características: delgadas, gruesas, calidad y bordes.

ii) Puntos característicos necesarios para determinar identidad papilar plena

(1) Impresión dactilar obrante en documentos cuestionados y otros

De acuerdo al tratamiento de las diversas impresiones dactilares estampadas en diversos documentos cuestionados como: individuales dactiloscópicas, tarjetas decadactilares así como tarjetas necrodactilares; se ha establecido el acotamiento de diez puntos característicos para determinar identidad plena, al realizar el estudio de homologación de la muestra dubitada con la de comparación, tomando como referencia los diversos antecedentes de los congresos donde la comunidad científica de papiloscopistas han establecido que no existe un fundamento científico que determine una cantidad exacta para un estudio categórico de identidad plena.

En tal sentido, de acuerdo a la experiencia de los diversos estudios realizados por los peritos papiloscópicos de la División de Identificación Criminalística (DIVIDCRI), para un estudio adecuado puede acotar características identificatorias no muy frecuentes o comunes y otras características propias que puede presentar en el dactilograma diferenciándose entre sí.

(2) Huellas papilares latentes recogidas de las escenas del crimen

Con relación a las diversas huellas latentes papilares recogidas y reveladas de las diferentes escenas del crimen, por presentar muchas veces deficiencias de orden técnico criminalístico como: fragmentos reducidos o ligero empastamiento; sin embargo, el experto puede establecer la identidad del mismo al realizar el estudio de cotejo con la muestra de comparación; en tal sentido, se ha determinado para una identidad plena o resultado positivo de una huella latente papilar el acotamiento de diez puntos característicos o minucias identificatorias así como el acotamiento de algunas características propias que pueda presentar la impronta.

iii) Valoración de algunos puntos característicos no muy comunes

- (1) Ojal (cuatro puntos)
- (2) Secante (tres puntos)
- (3) Unión (tres puntos)
- (4) Microforma (tres puntos)
- (5) Punto (dos puntos)
- (6) El resto (un punto)

iv) Denominación sobre el estudio de homologación entre la muestra dubitada con la de comparación.

(1) Identidad dactilar

Resultado que se obtiene cuando el perito realiza el estudio de homologación dactilar, obteniendo como resultado positivo "HIT", con la base de datos del AFIS POLICIAL.



(2) Identidad plena

Es el resultado que se obtiene cuando se realiza el estudio de homologación dactilar, obteniendo como resultado positivo “HIT”, con la base de datos del RENIEC.

(3) Correspondencia dactilar

Denominación que se le da cuando el perito acota menos de diez puntos característicos en la muestra Dubitada por presentarse los fragmentos con campo morfológico reducido.

v) Resultado del estudio comparativo

Del estudio papiloscópico, empleando el método analítico, descriptivo, comparativo y verificación o revisión ciega; así como, el acotamiento de características identificatorias homólogos aplicando las técnicas de ubicación y acotación en la misma forma, ubicación, situación y orientación, donde el perito arriba a la conclusión de: “existe identidad dactilar” o “guarda identidad dactilar”, cuando realiza el estudio de comparación con la base de datos del AFIS PNP, y la conclusión de: “existe identidad plena” o “guardan identidad plena”, cuando se realiza el estudio con la imagen dactilar obrante en la base de datos del RENIEC.

Todo esto en razón que, el perito papiloscópico realizó el cotejo de homologación de tipología, subtipo, infratipos, así como el acotamiento de diez puntos característicos o minucias ubicados dentro de los campos gráficos de los papilogramas, dependiendo el caso (Huella latente – Impresión dactilar obrantes en documentos cuestionados), se reproducen y coinciden, teniendo en cuenta la trayectoria de las crestas papilares y la nitidez de las mismas.

En el caso, se concluya con resultado negativo se determinará: “no existe identidad dactilar”, “no guarda identidad dactilar”, “no guarda identidad papilar” o “no existe identidad papilar”, ello se debe a la no coincidencia de la clasificación dactilar según el tipo y subtipo, o como resultado de obtener puntos característicos disímiles; es decir, al confrontar la muestra dubitada o cuestionada con la muestra de comparación, se determina que provienen de diferentes pulpejos dactilares.

Cabe señalar que, en determinadas circunstancias, no se logra establecer una identidad, debido a que no todos los ciudadanos peruanos se encuentran registrados en el RENIEC. Esto puede deberse a situaciones de indigencia, individuos que desde temprana edad se dedican a actividades ilícitas y omiten dolosamente tramitar su documento de identidad, personas pertenecientes a comunidades andinas y/o nativas, o a que se trate de ciudadanos extranjeros.

vi) Metodología empleada para el estudio de homologación dactilar

(1) Método ACE-V

El procedimiento recomendado para todo análisis de impresiones papilares es el método ACE-V, compuesto por:

(a) Análisis

Evaluación de la impresión dubitada y la conocida en cuanto a claridad, distorsión, nivel de detalle y valor comparativo.



(b) Comparación

Establecimiento de similitudes y diferencias entre las dos impresiones, observando ubicación, secuencia y tipo de características.

(c) Evaluación

Valoración de la suficiencia, calidad y distribución de las similitudes observadas, a fin de determinar si permiten atribuir ambas impresiones a una sola fuente, sin la presencia de discrepancias inexplicables.

(d) Verificación

Revisión independiente por otro perito capacitado, sin conocimiento de la conclusión previa, como control de calidad y confiabilidad.

La aplicación estricta del método ACE-V fortalece la objetividad del análisis, previene sesgos de confirmación y permite documentar cada etapa del proceso. Es recomendable emplear formularios de análisis estructurado, como matrices de evaluación o diagramas de marcación, para reforzar la trazabilidad pericial.

(2) Análisis Holístico

El análisis holístico complementa el ACE-V y permite al perito valorar la impresión papilar como un todo, más allá del conteo individual de minucias. Este enfoque considera elementos como homologías genéricas, la rareza del tipo, angulaciones, longitudes, el flujo general de crestas, simetría, proporciones, presencia de accidentes anatómicos (cicatrices o marcas), deformaciones de presión, nivel de claridad, forma, tamaño de las crestas, pliegue de fricción, contornos de cresta, orientación de crestas, densidad de crestas, engrosamiento de crestas, distancia intercresta, y elementos de segundo y tercer nivel (terminaciones de crestas, bifurcaciones, poros).

Según The Scientific Working Group on Friction Ridge Analysis, Study and Technology (SWGFAST, 2012), cuando se dispone de suficiente información de buena calidad, el perito puede establecer una identificación incluso con un número reducido de puntos coincidentes, siempre que la combinación de características sea individualizadora y no existan discrepancias inexplicables.

(a) Enfoque holístico en el estudio de muestras papilares

El enfoque holístico constituye una metodología moderna para la evaluación de huellas e impresiones papilares, superando el tradicional conteo de minucias como único criterio de identificación. Este enfoque se basa en el análisis integral de la morfología general de la huella, considerando características tanto de nivel 1, como de nivel 2 y, cuando sea posible, nivel 3.

(b) Principios del enfoque holístico

- (i) Análisis contextualizado: se evalúa la impresión como un todo, considerando su calidad, distorsiones, tipo de sustrato, método de revelado y otras condiciones que afectan su lectura.



- (ii) Valoración progresiva: se inicia con la observación de patrones generales (nivel 1: arco, presilla, verticilo), luego se identifican y comparan detalles de crestas (nivel 2: bifurcaciones, terminaciones, islas), y finalmente se consideran detalles microscópicos (nivel 3: poros, forma de la cresta, contorno).
- (iii) Correspondencia global: no se requiere una cantidad fija de minucias coincidentes; en cambio, se establece una concordancia global entre los rasgos observados en la muestra cuestionada y la impresión patrón.
- (iv) Criterio profesional del perito: el juicio experto y la experiencia del examinador son fundamentales. Se prioriza la consistencia general del diseño, la secuencia de crestas y la coherencia de los detalles.
- (v) Soporte con metodología ACE-V: el enfoque holístico se complementa con el proceso ACE-V (Análisis, Comparación, Evaluación y Verificación), garantizando rigor técnico y trazabilidad del resultado.

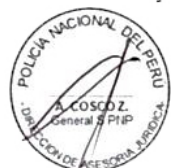
(c) Peculiaridades (cualitativo):

(i) Muestra papilar

- Homologías genéricas.
- La rareza del tipo.
- Simetría.
- Proporciones.
- Presencia de accidentes anatómicos (cicatrices o marcas).
- Deformaciones de presión.
- Nivel de claridad.
- Pliegues de flexión.
- Elementos de segundo (terminaciones de crestas, bifurcaciones).

(ii) Cresta

- Forma.
- Tamaño.
- Contornos.
- Orientación.
- Densidad.
- Engrosamiento.
- Distancia intercrestal.
- Angulaciones.
- Longitudes.
- El flujo general de crestas.



(iii) Poros:

- Disposición.
- Ubicación.
- Tamaño.
- Forma.
- Cantidad.
- Frecuencia.
- Interespaciado.
- Morfología.
- Elementos de tercer nivel (poros).

(d) Excepción

En huellas papilares completas o de tamaño regular, la ausencia de minucias papilares constituye en sí misma un rasgo característico a valorar en el análisis. Esta condición no debe confundirse con los casos de fragmentos reducidos, en los cuales la falta de minucias se explica por la limitada extensión de la impresión.

vii) Técnicas de aplicación sobre la ubicación o acotamiento de puntos característicos

- (1) Forma.
- (2) Ubicación
- (3) Situación
- (4) Orientación

viii) Denominación de las muestras

- (1) Dubitada
 - (a) Muestra dubitada
 - (b) Muestra cuestionada
 - (c) Muestra incriminada
 - (d) Muestra dudosa
 - (e) Muestra controvertida
- (2) Comparación
 - (a) Muestra indubitada
 - (b) Muestra de comparación
 - (c) Muestra de cotejo
 - (d) Muestra fiable



ix) Niveles de estudio de la ciencia papiloscópica

(1) Estudio del primer I nivel

Consiste en el estudio de homologación dactilar por las tipologías entre la muestra dubitada con la de comparación.

(2) Estudio del segundo II nivel

Se refiere al estudio de acotamientos de características congénitas identificatorias que se ubica en el dactilograma de la muestra dubitada con la de comparación, en la misma forma, ubicación, situación y orientación determinando identidad plena del mismo.

(3) Estudio del tercer III nivel

Se refiere al estudio que realiza el perito papiloscópico con la finalidad de determinar la originalidad del dactilograma mediante el estudio poroscópico, para un estudio de manera categórica e indubitable.

b) Actividad pericial

La actividad pericial en el Perú es una parte fundamental de la criminalística y se encuentra bajo el ámbito de actuación de los peritos papiloscópicos especializados, generalmente pertenecientes a la División de Identificación de Criminalística, y otras entidades forenses, como el Ministerio Público y el Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses.

Por eso podemos decir que la actividad pericial es el proceso técnico-científico realizado por un perito papiloscópico para identificar a una persona a través del análisis de huellas dactilares u otras crestas papilares.

En el Perú, esta pericia es clave en la resolución de casos criminales en proceso de investigación, procesos judiciales, identificación de cadáveres, análisis y estudio de diversos documentos controvertidos, en tal sentido requiere una gran precisión y calidad para garantizar la fiabilidad de los resultados. La cadena de custodia y la verificación de huellas dactilares son aspectos fundamentales de este proceso pericial, para una oportuna y adecuada administración de justicia.

i) Etapas de la actividad pericial papiloscópica en el Perú

(1) Recepción de huellas latentes y documentos cuestionados.

Remitido por autoridad competente (fiscal, juez, policía u otros). Se detalla el objetivo: por ejemplo, identificar si una huella recogida de la escena del crimen, así como una impresión dactilar empastada en un documento controvertido necesita el análisis o estudio para determinar a su titular de la misma.

(2) Examen técnico científico de las huellas papilares latentes

Las huellas papilares que fueron reveladas y recogidas con polvos, luces especiales o reactivos químicos de las diversas escenas del crimen, son remitidas a la DIVIDCRI, para su estudio técnico científico por parte del experto papiloscopista, las cuales son registradas e ingresadas como caso criminal en la base de datos del AFIS PNP.



(3) Comparación y análisis técnico científico de las huellas papilares

Las huellas latas reveladas y recogidas de las diferentes escenas del crimen e impresiones dactilares obrantes en diversos documentos cuestionados son debidamente analizadas, comparadas o homologadas, con muestras de comparación existentes en fichas decadactilares registradas en la base de datos del AFIS PNP y base de datos del RENIEC.

(4) Conclusiones periciales

El perito papiloscópico culminado el estudio técnico científico de homologación entre la muestra Dubitada con la de Comparación, formula un Dictamen Pericial Papiloscópico, detallando si existe identidad dactilar o identidad dactilar plena de manera categórica e indubitable.

(5) Ratificación

En algunos casos, el perito debe sustentar su Dictamen Pericial Papiloscópico, en juicio oral, cuando así lo requiera los administradores de justicia.



4.2.5. Identificación facial forense²⁶

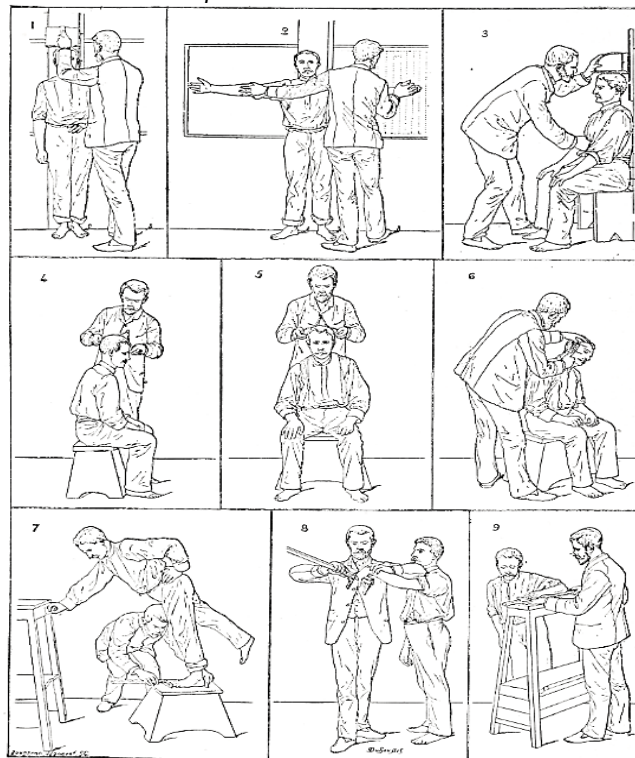
1) Historia

a) La identificación facial en mundo

Desde el siglo XVIII, la fisiognomía intentó relacionar rasgos faciales con la personalidad, idea retomada en el siglo XIX por la criminalidad positivista con teorías como la de Lombroso sobre los “delincuentes natos”. Aunque desacreditadas científicamente, algunas de estas ideas persisten en la población. La identificación de delincuentes fue un desafío histórico. La fotografía, utilizada desde 1841, carecía de un sistema de clasificación eficiente hasta que Alfonso Bertillon combinó su método antropométrico con el retrato hablado, presentado este método como el primer sistema científico de identificación de criminales (IUPFA, 2023).

Este ilustre maestro (médico y antropólogo) nació en París en 1853. Basándose en los propios conocimientos anatómicos y en los trabajos de Brocca sobre el estudio del cráneo, y la estadística aplicada al entendimiento criminal de Quetelet, Bertillon trabajó en la Jefatura de la Policía de París en la década de 1870, por las dificultades que se presentaba para la identificación de personas, nació el Sistema Antropométrico, el cual se basaba en diez medidas corporales y el color del ojo izquierdo, asegurando precisión y evitando errores (Bertillon, 1893).

Figura 707
Identificación antropométrica



Nota. La figura ilustra el proceso de medición de las diez características corporales según el método Bertillonaje. Tomado de “Identification anthropométrique, instructions signalétiques” (p.3), por Bertillon, 1893.

²⁶ Cap. S. PNP David Teodoro Salazar Ramírez y ST3 PNP Jadira Amparo Reyes Andía

Con la integración de la fotografía a su sistema, el francés comenzó a desarrollar sus directrices para lo que denominó fotografía judicial (signalética), siendo el segundo de sus aportes.

Alfonso Bertillon informó sobre las deficiencias que brinda un archivo fotográfico para la clasificación de información. El criminalista francés implementó la fotografía para mejorar la identificación criminal y desarrolló el “Álbum D.K.V”. que se clasificaba según la altura, seguida del tipo de dorso de nariz, a diferencia de la ficha antropométrica que agregaba fotografías a una extensa lista de rasgos y mediciones, el álbum fotográfico de Bertillon contenía en las mismas fotos las anotaciones abreviadas, necesarias para su clasificación y archivo (Bertillon, 1893).

El tercer aporte de Bertillon fue denominado “Portrait Parle”, es decir el Retrato Hablado, el propio autor lo definió de la siguiente forma “Llamamos retrato hablado a la descripción minuciosa de un individuo hecho especialmente para su búsqueda e identificación en la vía pública”.

Los aportes de Bertillon en identificación antropométrica se difundieron rápidamente siendo adoptados primero en Francia y luego en países como EEUU, Canadá, Argentina, Inglaterra, España y Brasil. Hacia fines del siglo XIX, su método era utilizado por varios países. Sin embargo, empezó a presentar inconvenientes, principalmente, en la complejidad de garantizar que las medidas corporales no varían con el tiempo. Las causas principales se basan en los errores del operador o la impresión del instrumental utilizado, además que no era aplicable a jóvenes ni mujeres, Bertillon reconoció estas fallas y realizó un Tabla de Tolerancia, de interpretación de las diferentes mediciones.

A pesar de las críticas y el reemplazo de su método por las huellas dactilares, su legado persiste en descripciones morfológicas utilizadas en estudios forense y videovigilancia (Anitua, 2006).

Figura 708
Formulario antropométrico

M. Bertillon

Taille 1 ^{re} 1.780	Long ^{eur} 19.4	Pied g. 27.4	N ^o de cl. 3	Agé de 38
Voûte	Long ^{eur} 16.8	Médias g. 11.0	Aur ^e 2.0	no le 22.0
Enverg ^{ure} 1.81	Long ^{eur} 6.7	Auric ^{les} g. 3.9	Pér ^{im} 22.0	no le 22.0
Buste 0.952	Long ^{eur} 4.2	Coulée g. 17.0	Part ^{ie}	Agé app ^{rox}

(Réduction photographique 1/7.)

M. Bertillon 14. 5. 91 *165620*

Front. Inclin ^{ation} 4 Haut ^{eur} 18 Long ^{ueur} 18 Part ^{ie}	Nel. Racine (cuvité) 12 Dos 12 Base 12 Haut ^{eur} Saillie Long ^{ueur} 12 Part ^{ie}	Oreille droite Bord. o. 4.5 p. 4.5 f. 4.5 Lab. c. 4.5 m. 4.5 d. 4.5 A. trig. 1.5 p. 1.5 r. 1.5 d. 4.5 Pit. f. 4.5 s. 4.5 h. 4.5 E. Part ^{ie}	Barbe 4.5 f. 4.5 p. 4.5 Cheveux 4.5 Car. 4.5 Autres traits caractéristiques : Sig dressé par M. 4.5
--	---	--	---

Nota. La figura describe, el autoretrato hablado de Alphonse Bertillon 1891. Tomado de la revista “Le Republicain Lorrain”, por Bitzer, 2012.

b) La identificación facial en el Perú

En el Perú, la identificación facial ha experimentado una evolución significativa en cuanto a metodologías y herramientas tecnológicas, en sus fases iniciales, el procedimiento se sustentaba en el uso de sistemas de retrato hablado como FOTO-ROBOT, MIMIC, PHOTO-FIT e IDENTIKIT, estas herramientas, de amplia difusión internacional, consistían en la elaboración de representaciones faciales aproximadas a partir de la descripción verbal.

La Policía Nacional del Perú recibió en donación, por intermedio de la policía de Los Ángeles, California (EE. UU.), las herramientas PHOTO-FIT e IDENTIKIT. Estos métodos manuales permitían la construcción de rostros a partir de plantillas predefinidas. Sin embargo, dichas herramientas estaban diseñadas con rasgos predominantemente americanos o caucásicos, lo que dificultaba la elaboración de retratos faciales, para la población peruana. Como resultado, los peritos de identificación facial lograban hasta un 50 % de similitud con respecto a la persona cuya identidad se intenta establecer (PNP, 2005).

Ante esta limitación, en 1990, un grupo de especialistas de la Oficina de Identificación Facial, liderados por el Especialista de Primera en retiro Jorge Abilio Portilla Trejo, junto con el SO3 PNP Jimmy Jorge Portilla Lescano, el SO2 PNP Jorge Portilla Lescano y el SO2 PNP Richard Portilla Lescano, desarrollaron una nueva herramienta: el IDENTIFAC (Identificación Facial). Este sistema, compuesto por láminas con rasgos faciales peruanos, se adaptó mejor a la realidad local permitiendo una identificación más precisa. Gracias a esta innovación, se logró mejorar el uso de plantillas, facilitando la identificación de personas vinculadas con el terrorismo como es el caso de Abimael Guzmán Reinoso y la delincuencia común.

Figura 709
Resultado del IDENTIFAC



Nota. En el marco de las investigaciones vinculadas al atentado terrorista perpetrado en la calle Tarata, distrito de Miraflores, Lima - Perú, se llevó a cabo la confección del IDENTIFAC del cabecilla de la organización subversiva Sendero Luminoso, Abimael GUZMÁN REINOSO, con el objetivo de apoyar su identificación y captura. Dicha imagen fue elaborada por el ST1 (R) PNP Jorge PORTILLA LESCANO.

En el año 1994 se adquirió el primer software de retrato hablado, COMPHOTO FIT I y en el 2007 el COMPHOTO FIT II, herramienta que sigue en uso hasta la actualidad. Su implementación ha permitido



la elaboración de retratos faciales de personas implicadas en hechos delictivos, contribuyendo al esclarecimiento de crímenes. El retrato hablado se elabora a partir de las descripciones verbales proporcionadas por víctimas o testigos de un hecho delictivo. Se trata de una aproximación visual orientativa. Su propósito es facilitar el reconocimiento de individuos con características similares a las descritas (Manual DIRCRI, 2005).

Con el desarrollo tecnológico y la constante capacitación de los peritos de identificación facial, en los diversos campos de la biometría, la DIVIDCRI – DIRCRI PNP, desde el año 2012, realiza el estudio de imágenes faciales 2D y videos con fines de identificación. Aplicando técnicas especializadas, se extraen de las muestras de estudio (fotografía-video), imágenes con el rostro de los posibles autores de un hecho delictivo, para su análisis, permitiendo a los peritos realizar una homologación a través de diversos métodos de identificación facial: como la superposición de imagen, comparación morfológica y corte de hemisferios faciales.

2) Definición

La identificación facial consiste en el análisis, verificación y comparación de las características faciales inherentes a cada persona, a través del estudio de su forma, peculiaridades, contornos y proporciones. En este proceso se consideran diversos factores que pueden alterar la apariencia del rostro, tales como el envejecimiento, intervenciones de cirugía plástica, uso de cosméticos, así como los efectos del consumo excesivo de drogas, alcohol o tabaco, entre otros (IUPFA, 2023).

3) Importancia

Al ser el rostro la característica más visible y distintiva para la identificación de una persona involucrada en hechos delictivos, su estudio morfológico adquiere especial relevancia para individualizar e identificar al presunto autor o autores de un ilícito penal. En ese sentido, la identificación facial constituye un soporte técnico-científico fundamental en el marco de las investigaciones criminales, coadyuvando eficazmente al sistema de administración de justicia mediante la resolución y vinculación de casos con base en evidencias objetivas.

4) Actividad pericial

Los peritos de identificación facial tienen como función realizar exámenes periciales en video y fotografías digitales como físicas; asimismo, realiza estudios en elaboración de retratos hablados.

a) Método ACEV

i) Análisis:

El análisis de las imágenes cuestionadas es el primer paso del ACEV. Esta fase tiene como objetivo determinar si la calidad de las imágenes cuestionadas es suficiente para una comparación facial significativa. Consiste en evaluar la calidad de las imágenes cuestionadas para determinar el grado de detalle facial presente y los rasgos disponibles para la comparación. Las imágenes de referencia no deben analizarse en detalle en esta etapa para mitigar el riesgo de sesgo de confirmación (es decir, la posibilidad de ser engañado al observar rasgos en imágenes de referencia de alta calidad que no se pueden distinguir en las imágenes cuestionadas de menor calidad) (FISWG, 2023).

ii) Comparación:

El objetivo de esta etapa es comparar sistemáticamente los rasgos faciales observados en las imágenes (comparación y dubitadas) y en las preguntas para establecer similitudes o diferencias



entre ellos. La comparación debe seguir el enfoque morfológico y utilizar una lista estándar de rasgos faciales de referencia (lista de características de comparación de imágenes faciales para el análisis morfológico del FISWG) y teniendo en cuenta la estabilidad física (véase la estabilidad física de los rasgos faciales de adultos del FISWG) para comparar los rasgos faciales (FISWG, 2023).

Para el análisis del estudio de rasgos faciales se empleará los siguientes métodos:

- (1) Método Directo: comparación de características generales.
- (2) Método Indirecto: comparación de características individualizantes.

iii) Evaluación:

Durante la etapa de evaluación, el perito facial evalúa las similitudes y diferencias observadas en la comparación, lo que resulta en una conclusión que establece el peso probatorio como nivel de respaldo para una de las proposiciones en competencia. Por lo tanto, las conclusiones se basarán en la formación, los conocimientos y la experiencia del perito facial (FISWG, 2023).

iv) Verificación:

El procedimiento compartido de imagen facial, debe ser repetido por un segundo examinador independiente, para proporcionar una verificación del resultado. La verificación debe ser ciega, para todos los exámenes (sin conocimiento de la opinión del otro profesional) esto ayudará a prevenir el sesgo de confirmación que puede ocurrir en la verificación no ciega. Cuando haya recursos suficientes, también debería realizarse una verificación crítica de los hallazgos de las conclusiones como parte del proceso de revisión por pares (FISWG, 2023).

b) Métodos de identificación facial

i) Identificación facial forense a partir de imágenes:

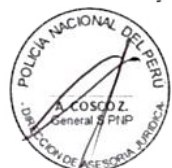
Se realiza con la finalidad de desarrollar la homologación detallada a cada segmento facial de fotogramas que aparecen en un video y imágenes 2D (físicas o digitales), realizando un cómputo o recuento de las similitudes o divergencias lógicas explicables y las disparidades visibles y efectivas. Actualmente se utilizan tres métodos de análisis de rostro, análisis de superposición, fotogrametría y comparación morfológica (FISWG, 2022).

(1) Comparación morfológica

El ENFSI (2018) refiere que el análisis morfológico como método de comparación se basa en la evaluación de correspondencia de la forma, apariencia, presencia y/o ubicación de los rasgos faciales. Estas características pueden ser globales (correspondientes a toda la cara), locales (incluyendo estructuras anatómicas como la nariz, boca y sus componentes), o características faciales discriminantes como marcas, cicatrices y lunares.

(2) Análisis superposición

La superposición consiste en combinar dos imágenes faciales para resaltar posibles similitudes o diferencias. Las imágenes pueden combinarse mediante una superposición de opacidad reducida, combinando ciertas partes del rostro dentro de otra imagen facial (imágenes quiméricas) o parpadeando rápidamente entre dos imágenes. El nivel de concordancia o discrepancia lo determina subjetivamente el examinador (ENFSI, 2018).



(3) Fotoantropometría

La fotoantropometría es un enfoque métrico para la comparación de imágenes faciales. Se identifican diversos puntos de referencia en los tejidos blandos del rostro y se superponen líneas sobre las imágenes en la ubicación determinada de dichos puntos. Posteriormente, se comparan las distancias entre los distintos puntos de referencia en las dos imágenes faciales para determinar el nivel de similitud o disimilitud. Esto puede determinarse simplemente mediante inspección visual o mediante la comparación de las proporciones de las distancias entre los puntos de referencia. Si bien la fotoantropometría se describe como una técnica métrica, es subjetiva (ENFSI, 2018).

c) Fenotipo facial

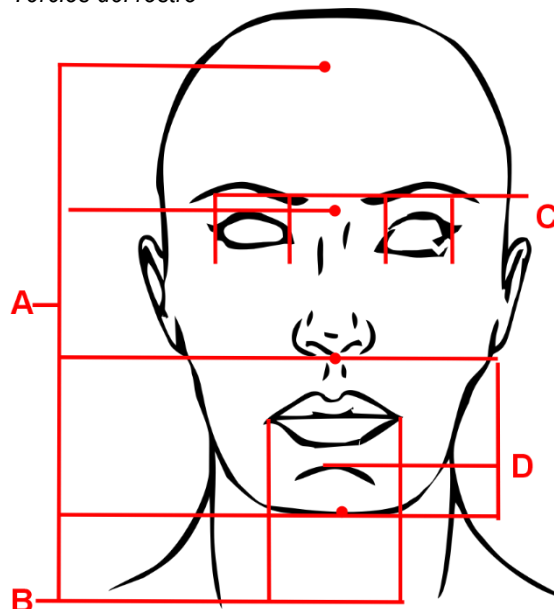
i) El rostro

Según Barboza (2015) define el rostro como “la parte más visible del cuerpo humano, inicia en la línea de inserción del cabello y está conformado por el contorno facial, la frente, los ojos, la nariz, las orejas, la boca y finaliza en el borde inferior de la mandíbula”.

ii) Proporciones del rostro

Como señala FISWG (2018) el rostro en sentido vertical se fracciona en tres tercios, superior, medio e inferior. Dicha clasificación, permite describir de forma general la localización de las características particulares en un estudio comparativo.

Figura 710
Tercios del rostro



Nota. Tercios del rostro, utilizados para ubicar y clasificar características faciales. Adaptado de Facial Image Comparison Feature List for Morphological Analysis (p.5) por FISWG, 2018.



Tabla 72**Proporciones faciales**

A	La cara puede dividirse en tres partes iguales:
	Tercio superior: se localiza entre la línea de inserción de cabello hasta la raíz nasal.
	Tercio medio: se localiza de la raíz nasal hasta la base nasal.
	Tercio inferior: se localiza entre la base nasal hasta el mentón
B	La anchura del mentón es igual a la anchura de la boca.
C	La separación entre los ángulos internos de los ojos corresponde al ancho de un ojo.
D	El surco mentolabial es la mitad de la distancia entre la base nasal y el mentón.

Nota. Esta tabla muestra los puntos de referencia para la segmentación de los tercios del rostro y describe la I-201. Adaptado de Facial Image Comparison Feature List for Morphological Analysis (p.5), por FISWG, 2018.

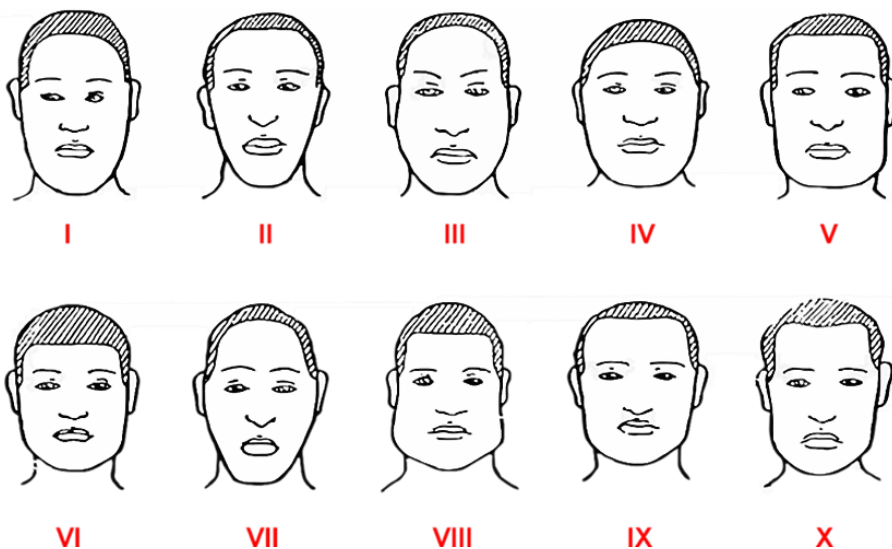
iii) Somatotipo facial

El análisis del rostro se realiza de forma metódica, tomando como referencia el plano de Frankfurt. Para clasificar la morfología facial, se emplea el sistema de los 10 tipos faciales de Pösch, el cual establece una tipología detallada en función de proporciones (Rodríguez, 2004; Villanueva, 2003).

- (1) Forma I (elíptica): las tres regiones del rostro presentan proporciones equilibradas.
- (2) Forma II (oval): el tercio superior es más ancho, seguido por el tercio medio, mientras que el inferior es el más agudo.
- (3) Forma III (oval invertida): el tercio inferior es de diámetro mayor, el tercio medio intermedio y el tercio superior es menor.
- (4) Forma IV (redonda): el tercio medio es más amplio, en comparación con el tercio superior e inferior, además la frente parece más achatada.
- (5) Forma V (rectangular): la frente es alta, es alargada y presenta una anchura proporcional en los tres tercios faciales (superior, medio e inferior).
- (6) Forma VI (cuadrangular): la frente es achatada y presenta una anchura proporcional en los tres tercios faciales (superior, medio e inferior).
- (7) Forma VII (romboidal): el tercio medio, correspondiente a la región cigomática, es el más prominente que los otros tercios.
- (8) Forma VIII (trapezoidal): el tercio inferior es notablemente más amplio y elevado en relación con los otros tercios.
- (9) Forma IX (trapezoidal invertida): el tercio superior es más amplio y elevado, en comparación a los otros tercios.
- (10) Forma X (pentagonal): presentan entradas pronunciadas en la línea de inserción de cabello, mientras que el tercio inferior tiene una forma sutilmente angulada.



Figura 711
Formas faciales según Pösch



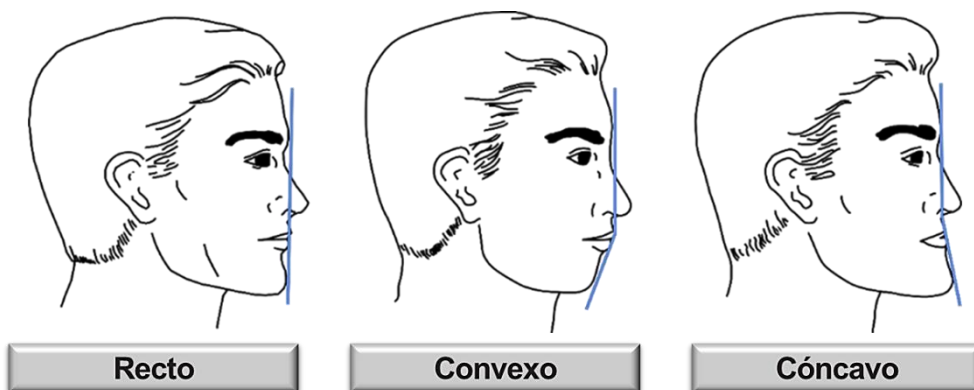
Nota. Clasificación de 10 formas de rostro I= elíptica; II= oval; III= oval invertida; IV= redondeada; V= rectangular; VI= cuadrangular; VII= romboidal; VIII= trapezoidal; IX= trapezoidal invertida; X= pentagonal.

iv) Perfiles faciales

Según Alarcón (2003); Navarro y Villanueva (2011) en el análisis morfológico de perfiles faciales, se emplean tres puntos anatómicos (la glabella, el labio superior y el mentón), para evaluar la armonía estructural del rostro.

- (1) **Recto:** se forma una línea recta de manera equilibrada, entre los maxilares y el mentón.
- (2) **Convexo:** hace referencia cuando la pirámide nasal está adelantado y el mentón retraído.
- (3) **Cóncavo:** es cuando el mentón se proyecta hacia adelante con respecto al punto subnasal.

Figura 712
Clasificación de perfiles



Nota. Clasificación de perfiles de un rostro, tomando como referencia el maxilar superior y el mentón. Adaptado de la tesis Perfil facial de pobladores peruanos de la comunidad de los UROS mediante el análisis de POWELL.UMSN (p. 13), por Alarcón, 2003.

d) Lista de rasgos faciales

i) Cabello

Según Ferreto (2013), el cabello es una estructura filamentososa y queratinizada de origen ectodérmico, que se desarrolla a partir de los folículos pilosos.

(1) Formas de inserción

Según el Manual de identificación PIP (1983), clasifica la línea de inserción de cabello de la siguiente manera:

- (a) Angular: la línea del cabello se extiende en forma de vértice sobre la frente.
- (b) Redonda: la línea del cabello se presenta en forma circular sobre la frente.
- (c) Cuadrangular: la línea del cabello se sitúa de manera horizontal a lo largo de la frente, creando un marco natural para el rostro.
- (d) Pico de Viuda: la línea del cabello se presenta en forma de "M" en la frente.

Figura 713

Clasificación de las formas de inserción del cabello



Nota. Clasificación de cuatro formas de la línea de inserción del cabello, imágenes extraídas de la base de datos del Sistema Automatizado de Identificación Dactilar (AFIS-PNP) de la Dirección de Criminalística PNP.

(2) Vista del ángulo frontotemporal

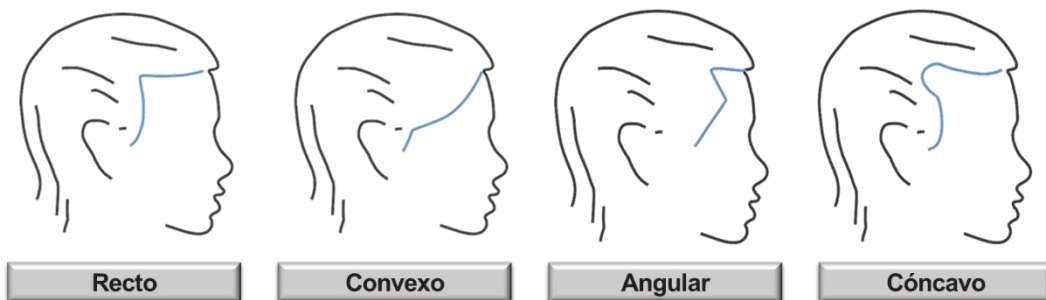
De acuerdo con Morales et al. (2022), el ángulo de perfil facial se clasifica en proyección lateral.

- (a) Recto: se inserta de manera vertical, formando una línea recta.
- (b) Convexo: forma un ángulo divergente, que se proyecta hacia el exterior de la zona frontal.
- (c) Angular: se inserta en forma oblicua, creando un vértice.
- (d) Cóncavo: forma un ángulo convergente hacia el interior, específicamente orientada a la zona temporal.



Figura 714

Clasificación desde la vista frontotemporal



Nota. Formas de patrones de inserción frontotemporal. Adaptado del artículo científico Formas de línea de implantación frontal de pelo en mujeres y hombres (p.125), Morales et al., 2022.

(3) Por su color

El cabello presenta una variedad de tonalidades y colores, que dependen principalmente de la cantidad de melanina. Estas variaciones se pueden clasificar en diferentes categorías, lo que nos permite apreciar la diversidad de matices que existen en nuestra especie (Manual PIP, 1983).

Figura 715

Clasificación del cabello por su color.



Nota. La figura muestra los colores del cabello. Adaptado de la Guía Latino Americana para el Peritaje Antropológico Forense con el método Morfo-comparativo de imágenes (p.67) por AFOCSI, 2025.



(4) Tipos de cabello

Hace referencia a la textura del cabello, cuya clasificación se realizará considerando la vista frontal como lateral (Manual DIRCRI, 2005).

- (a) Lacio: se proyecta en forma lineal y rectilínea, desde la raíz hasta la punta.
- (b) Ondulado: la estructura del cabello presenta una morfología en ondas o en forma de “S”.
- (c) Rizado: se caracteriza por su forma espiral.
- (d) Lanoso: se caracteriza por su apariencia enredada con rizos bien definidos.
- (e) Hirsuto: este tipo de cabello se caracteriza por su forma recta y su textura áspera, rígida y rebelde.

Figura 716

Clasificación de tipos de cabello



Nota. La figura ilustra los tipos de cabello, en plano anterior, como característica general, imágenes extraídas de la base de datos del Sistema Automatizado de Identificación Dactilar (AFIS-PNP) de la Dirección de Criminalística PNP. Adaptado del Manual de identificación PIP (p.238), 1983.

(5) Por su longitud

Hace referencia al tamaño del cabello, la dimensión que abarca en su proyección. Según AFOCSI (2025) clasifica el cabello por su longitud de la siguiente manera:

- (a) Muy corto: el cabello esta adherido al cuero cabelludo
- (b) Corto: se considera que el cabello es corto cuando se extiende por debajo de las orejas.
- (c) Mediano: el cabello sobrepasa el borde mandibular.
- (d) Largo: la longitud del cabello sobrepasa los hombros.
- (e) Muy largo: la longitud del cabello se extiende más allá del omoplato.



Figura 717
Clasificación del cabello por su longitud



Nota. Imágenes extraídas de la base de datos del Sistema Automatizado de Identificación Dactilar (AFIS-PNP) y del programa computarizado COMPHOT FIT II, de la Dirección de Criminalística PNP. Adaptado de la Guía Latino Americana para el Peritaje Antropológico Forense con el método Morfo-comparativo de imágenes (p.66), por AFOCSI, 2025.

(6) Densidad

Está relacionado a la cantidad y volumen del cabello. Según AFOCSI (2025) describe el cabello por su densidad de la siguiente manera:

- (a) **No abundante:** el cuero cabelludo se percibe con facilidad.
- (b) **Abundante:** no se visualiza el cuero cabelludo.

Figura 718
Clasificación del cabello por su densidad



Nota. Imágenes extraídas de la base de datos del Sistema Automatizado de Identificación Dactilar (AFIS-PNP) de la Dirección de Criminalística PNP. Adaptado de la Guía Latino Americana para el Peritaje Antropológico Forense con el método Morfo-comparativo de imágenes (p.67), por AFOCSI, 2025.



(7) Por su Estilo

Hace referencia a la apariencia y repartición del cabello, utilizados como criterios de referencia. Según AFOCSI (2025) describe el cabello por su estilo de la siguiente manera:

- (a) Raya al medio: separación central del cabello en dos partes iguales.
- (b) Raya lateral izquierda: separación asimétrica del cabello con inclinación hacia el lado izquierdo.
- (c) Raya lateral derecha: separación asimétrica del cabello con inclinación hacia el lado derecho.
- (d) Atrás: dirección del cabello enfocada hacia la coronilla.
- (e) Adelante: dirección del cabello enfocada hacia el plano anterior.
- (f) Arriba: dirección del cabello enfocada hacia el plano superior.

Figura 719

Clasificación del cabello por estilo



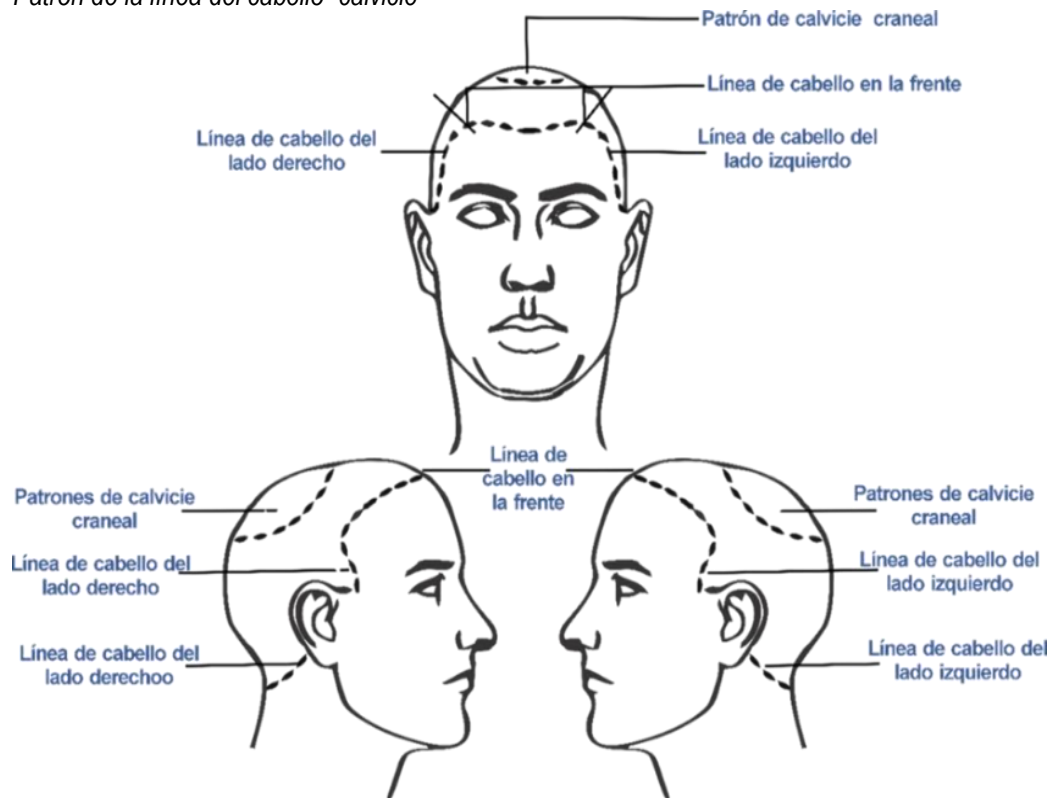
Nota. La figura ilustra la clasificación de cabello por su distribución, imágenes extraídas de la base de datos del Sistema Automatizado de Identificación Dactilar (AFIS-PNP) de la Dirección de Criminalística PNP. Adaptado de la Guía Latino Americana para el Peritaje Antropológico Forense con el método Morfo-comparativo de imágenes (p.68), por AFOCSI, 2025.

(8) Alopecia

Hace referencia al desprendimiento progresivo del cabello en zonas específicas del cuero cabelludo, afectando la línea de implantación, la coronilla y otras áreas. Para clasificarla en hombres, se emplea la escala de Hamilton-Norwood, mientras que en mujeres se utiliza la escala de Ludwig (Lucero et al., 2020).

Figura 720

Patrón de la línea del cabello- calvicie



Nota. La figura ilustra el patrón de la calvicie craneal. Adaptado de Facial Image Comparison Feature List for Morphological Analysis (p.8) por FISWG, 2018.

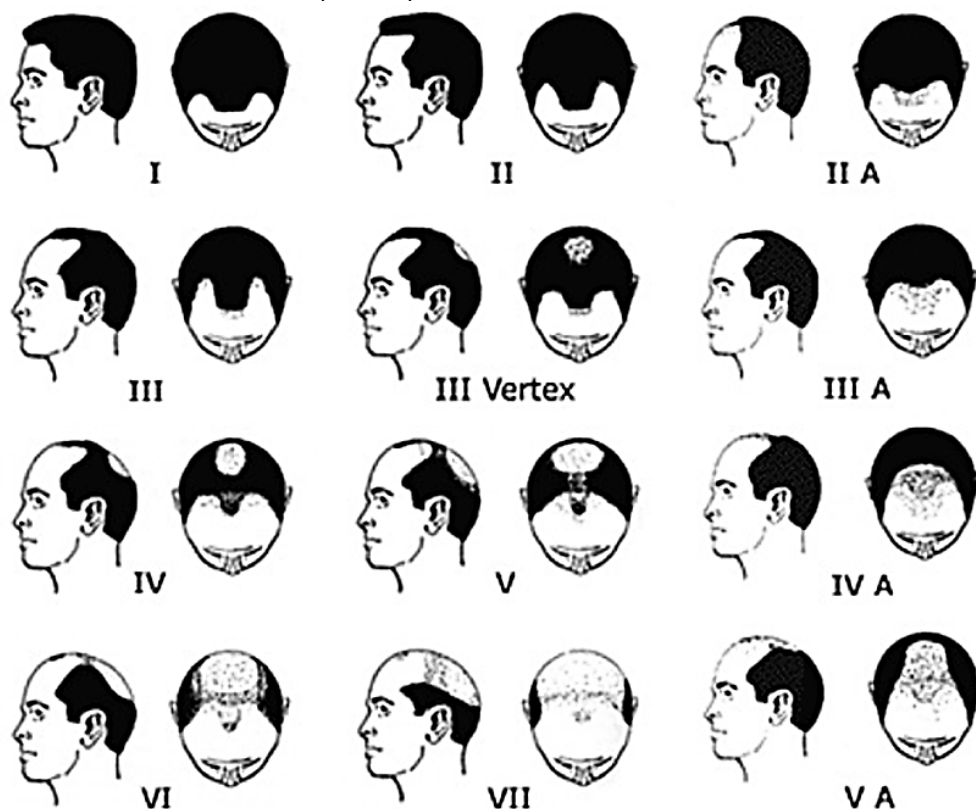
- (a) Alopecia masculina utilizaremos la escala de Hamilton-Norwood (Muñoz et al., 2019).
- (i) Tipo I: se observa una cabeza sin pérdida de cabello visible, con un ligero retroceso de cabello en el área frontal y temporal.
 - (ii) Tipo II: en esta fase hay una pérdida ligera de cabello en la zona temporal y frontal.
 - (iii) Tipo III: es la fase más temprana de la calvicie, se caracteriza por una recesión progresiva del cabello en las regiones temporales, adoptando una morfología en forma de M, U o V. Asimismo empieza la desaparición significativa del cabello en la zona de la coronilla, a partir de este nivel es considerado alopecia.
 - (iv) Tipo IV: en esta fase la recesión de la línea de inserción del cabello se intensifica, acompañada de una pérdida capilar significativa en la región parietal y agrandamiento de la coronilla (vértice), una ligera banda de cabello puede separar la región frontal y la región del vértice.



- (v) Tipo V: esta fase es conocida como calvicie avanzada, la región frontal y la coronilla se encuentran despobladas, se aprecia una ligera banda compuesta por pocos cabellos haciendo una forma de herradura.
- (vi) Tipo VI: en esta fase no se observa cabello en la región frontal y parietal, se visualiza completamente la coronilla.
- (vii) Tipo VII: en esta fase la alopecia comprende toda el área superior del cráneo, el cabello persiste en los laterales y la parte posterior.

Figura 721

Escala de Hamilton- Norwood para alopecia masculina



Nota. La figura muestra la escala de Hamilton-Norwood-para alopecia masculina desarrollada en 1951. Tomado del artículo de investigación Estudio sobre la pérdida de cabello y las prácticas de cuidado entre los estudiantes de la Universidad de Manizales (p.378), Muñoz et al., 2019.

(b) Alopecia femenina escala de Ludwig (Muñoz et al., 2019).

- (i) Tipo I o leve: en esta fase se observa una ligera abertura en la mitad del cuero cabelludo, producido por una leve pérdida de cabello en la parte superior.
- (ii) Tipo II o moderado: en esta fase la alopecia se desplaza hasta la coronilla, siendo más perceptible el cuero cabelludo.
- (iii) Tipo III o grave, en esta fase se aprecia una alopecia avanzada, en la zona superior de la cabeza.



Figura 722*Escala de Ludwig para alopecia androgénica en mujeres*

Nota. La figura muestra la escala de Ludwig para alopecia femenina desarrollada en 1977. Tomado del artículo de investigación Estudio sobre la pérdida de cabello y las prácticas de cuidado entre los estudiantes de la Universidad de Manizales (p.378), por Muñoz et al., 2019.

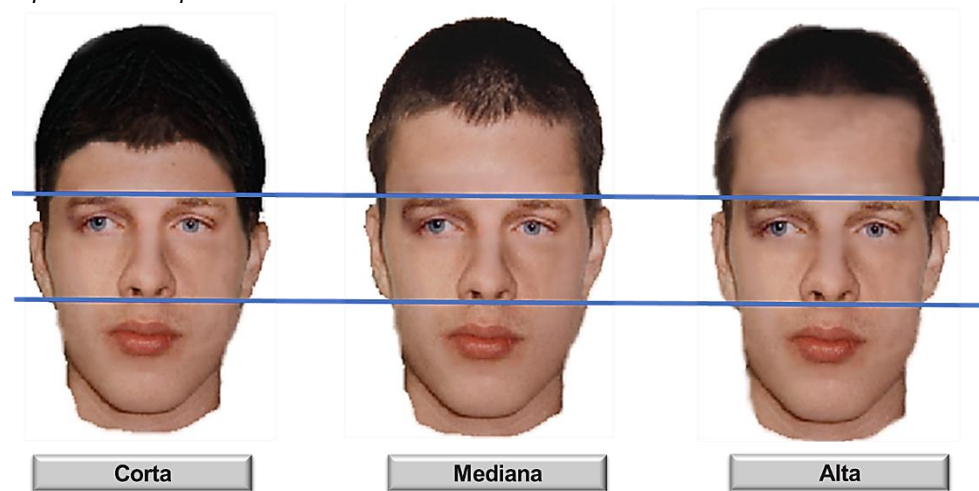
ii) Frente

Según el Manual de la Dirección de Criminalística (2005), la frente se ubica anatómicamente en el tercio superior del rostro, delimita superiormente por la línea de inserción del cabello e inferiormente por la línea supraciliar (inicio de las cejas), en vista de perfil, puede presentarse como plana protuberante u otras formas.

(1) Tipos de frente por su altura

La altura de la frente se determina por la distancia vertical, que comprende desde la línea de inserción de cabello hasta la glabella (AFOCSI, 2025).

- (a) Corta: se caracteriza por una distancia reducida entre la línea de inserción del cabello y la raíz nasal, la cual es inferior a un tercio de las proporciones faciales.
- (b) Mediana: se considera dentro del rango promedio o igual a la tercera parte de las proporciones faciales.
- (c) Alta: la altura entre la línea de inserción del cabello y la raíz nasal, supera un tercio de las proporciones del rostro.

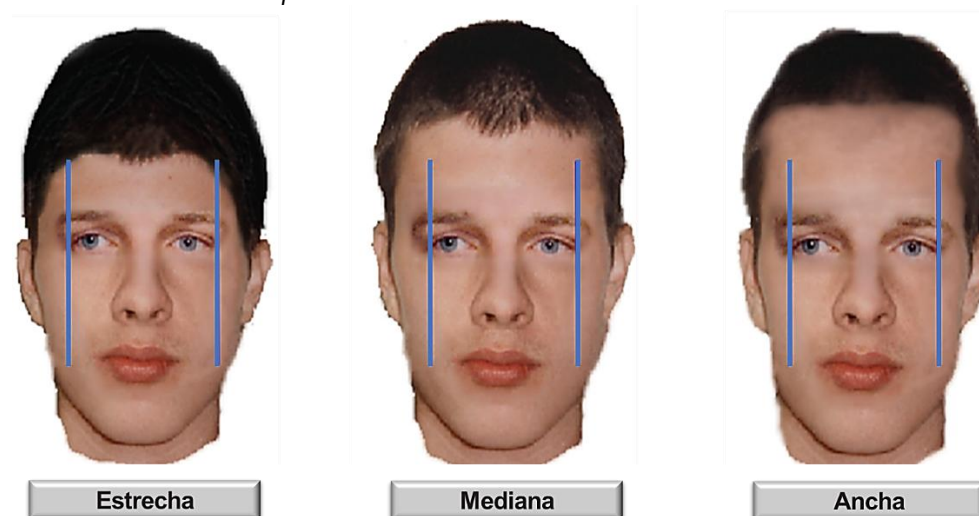
Figura 723*Tipos de frente por su altura*

Nota. La figura ilustra la clasificación de la frente por su altura, imágenes extraídas de la base de datos del programa computarizado COMPHOTO FIT II de la Dirección de Criminalística PNP. Adaptado de la Guía Latino Americana para el Peritaje antropológico Forense con el método Morfo-comparativo de imágenes (p.72), por AFOCSI, 2025.

(2) Tipos de frente por su anchura:

Se clasifican en función de la proporción del ancho en relación con el rostro

- (a) Estrecha: los ángulos frontotemporales, están posicionados dentro de los límites verticales del ectoconquio.
- (b) Mediana: los ángulos frontotemporales, se sitúan en una posición intermedia entre los límites verticales del ectoconquio.
- (c) Ancha: los ángulos frontotemporales, se extienden más allá de las líneas verticales del ectoconquio.

Figura 724*Clasificación de la frente por su anchura*

Nota. La figura representa los tipos de frente por su anchura, imágenes extraídas de la base de datos del programa COMPHOTO FIT II de la Dirección de Criminalística PNP. Adaptado del Manual de Criminalística (p.654), 2005.



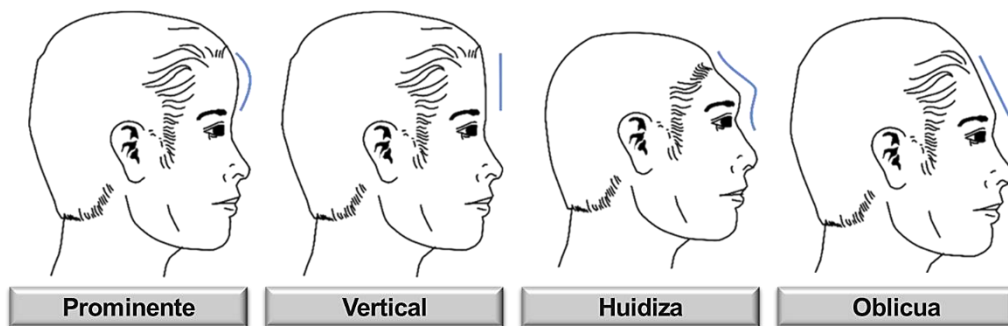
(3) Contorno

Se clasifican en función de la inclinación y curvatura que presenta la frente, al ser observada de perfil (Manual PIP, 1983).

- (a) Prominente o convexa: se distingue por una curvatura que sobresale ligeramente por delante del plano facial.
- (b) Vertical o recta: se caracteriza por una alineación casi perpendicular con respecto al plano facial.
- (c) Huidiza: frente con inclinación hacia adentro respecto al eje vertical del rostro, generando una protuberancia al inicio de los arcos superciliares.
- (d) Oblicua: presenta una inclinación posterior al plano frontal, donde la superficie frontal se proyecta en sentido retrogrado hacia el eje craneal.

Figura 725

Tipos de la frente por su contorno lateral



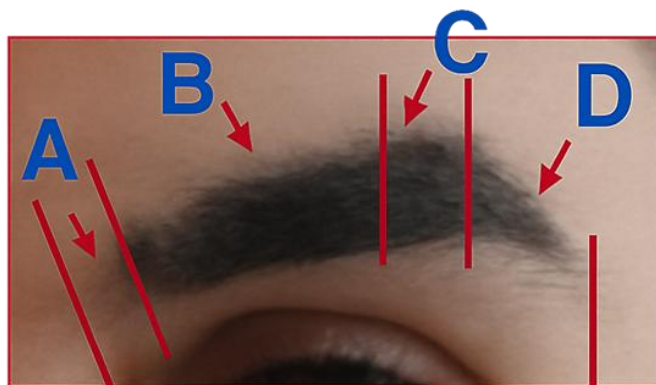
Nota. La ilustración muestra la clasificación morfológica del contorno de la frente observados desde una vista de perfil lado derecho. Adaptado del Manual de identificación PIP (p.129), 1983.

iii) Cejas

Las cejas son una estructura pilosa implantadas sobre el arco supraorbitario, en las femeninas se sitúa levemente sobre el borde supraorbitario y en los hombres se encuentra alineado al borde supraorbitario (AEDV, 2014).

Figura 726

Estructura de la ceja



Nota. A=inicio o cabeza, B =cuerpo de la ceja, C= altura o arco, D= final o cola de la ceja. Imagen extraída de la base de datos del Sistema Automatizado de Identificación Dactilar (AFIS-PNP) de la Dirección de Criminalística PNP.

(1) Forma

Se establece en función de la ubicación de la cabeza, el cuerpo y la cola de la ceja.

- (a) Rectas: todas las partes de la ceja se mantienen en el mismo nivel, creando una apariencia horizontal.
- (b) Ovaladas: el cuerpo de la ceja se eleva ligeramente por encima de la cabeza y la cola, formado una ligera curva.
- (c) Angulares: presenta una elevación notoria en el punto de altura, generando un ángulo más definido.
- (d) Ascendentes: la ceja tiene una inclinación hacia arriba desde la cabeza hasta la cola.
- (e) Descendentes: el cuerpo, punto de altura y cola se proyectan en sentido inferior respecto al eje horizontal facial.

Figura 727

Clasificación de las cejas por su forma



Nota. Tipos de ceja por su forma, imágenes de la base de datos del Sistema Automatizado de Identificación Dactilar (AFIS-PNP) de la Dirección de Criminalística PNP. Adaptado de la Guía Latino Americana para el Peritaje Antropológico Forense con el método Morfo-comparativo de imágenes (p.79), por AFOCSI, 2025.

(2) Densidad

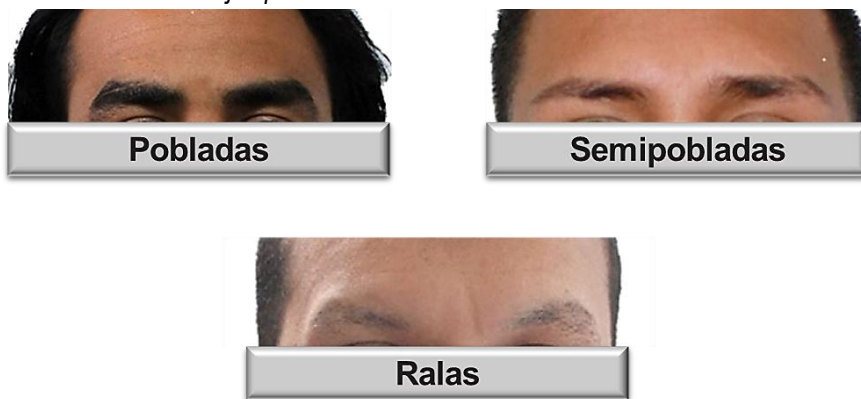
Se refiere a la cantidad de pilosidad en la región ciliar (Manual PIP, 1983).

- (a) Pobladas: alta densidad pilosa.
- (b) Semipobladas: cantidad pilosa moderada.
- (c) Ralas: cantidad pilosa escasa.



Figura 728

Clasificación de las cejas por su densidad



Nota. La figura muestra los principales tipos de cejas por su densidad (cantidad), imágenes extraídas de la base de datos del Sistema Automatizado de Identificación Dactilar (AFIS-PNP) de la Dirección de Criminalística PNP. Adaptado del Manual de Identificación PIP (p.129), 1983.

(3) Proyección de la cola

Se define de acuerdo con la dirección en la que se extiende la cola de las cejas (AFOCSI, 2025).

- (a) Ascendentes: la cola de la ceja se desplaza con dirección a la línea de implantación frontal.
- (b) Descendentes: la cola de la ceja se orienta en sentido inferior respecto al eje horizontal facial, creando un efecto de caída.
- (c) Rectas: la cola de la ceja se conserva en forma horizontal.

Figura 729

Clasificación de la proyección de la cola de las cejas



Nota. La figura ilustra las formas de la dirección de la cola de las cejas, imágenes extraídas de la base de datos del Sistema Automatizado de Identificación Dactilar (AFIS-PNP) de la Dirección de Criminalística PNP. Adaptado de la Guía Latino Americana para el Peritaje antropológico Forense con el método Morfo-comparativo de imágenes (p.81), por AFOCSI, 2025.



(4) Distancia intermedia

Se establece midiendo la separación entre las cejas, mediante líneas imaginarias verticales trazadas desde el dacrion (Manual PIP, 1983).

- (a) Juntas: las cabezas de la ceja se extienden después de la línea del dacrion, generando la apariencia de estar casi unidas.
- (b) Separadas: las cabezas de la ceja se ubican antes de la línea del dacrion, dejando un espacio visible entre ellas.

Figura 730

Clasificación por su distancia intermedia



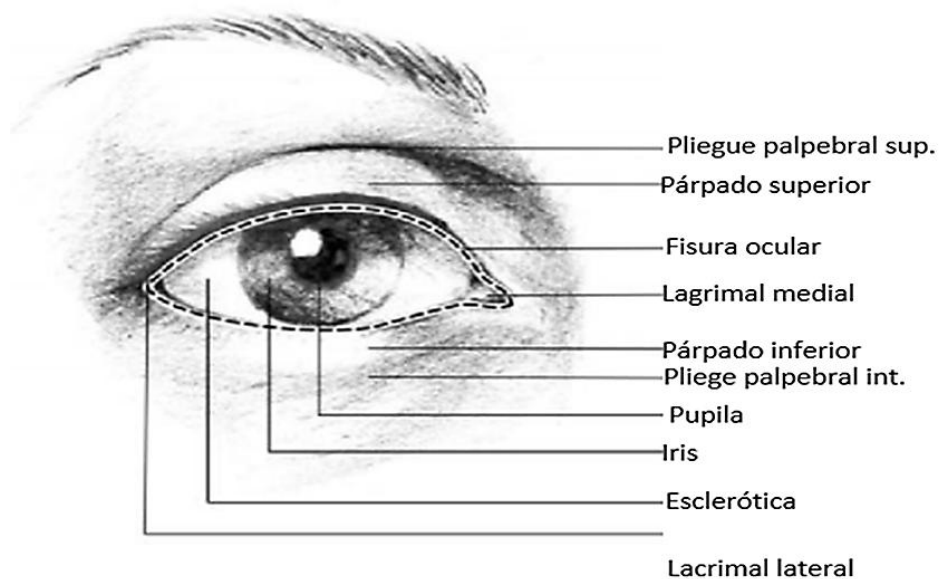
Nota. La figura presenta la distancia intermedia la cejas, imágenes extraídas de la base de datos del programa computarizado COMPHOTO FIT II de la Dirección de Criminalística PNP. Adaptado del Manual de Identificación PIP (p.129), 1983.

iv) Ojos

“Es un órgano que se sitúa en el tercio medio del rostro, dentro de la cavidad orbita, su anchura representa una quinta parte del ancho total de la cara” (Cedeño, 2011).

Figura 731

Partes del ojo



Nota. La figura muestra la anatomía del ojo derecho. Tomado de Facial Image Comparison Feature List for Morphological Analysis (p.14), por FISWG, 2018.



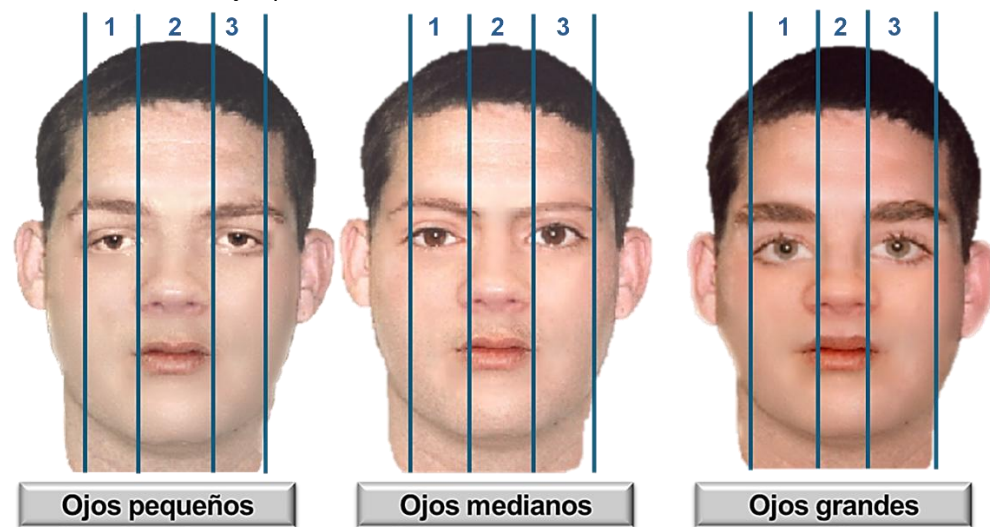
(1) Tamaño

Se evalúa en plano frontal, utilizando como guía las líneas verticales anatómicas de la cara, para determinar su proporción con el rostro (Manual PIP, 1983).

- (a) Pequeños: se perciben más reducidos con relación al rostro, proyectando el segundo tercio facial más amplio.
- (b) Medianos: el ancho del segundo tercio, es equivalente a los otros segmentos faciales, creando una armonía visual.
- (c) Grandes: el segundo tercio facial es más estrecho en comparación con el resto de los tercios, prevaleciendo su prominencia.

Figura 732

Clasificación de los ojos por su tamaño



Nota. Tipos de ojos por su tamaño, desde una vista frontal. imágenes extraídas de la base de datos del programa COMPHOTO FIT II de la Dirección de Criminalística PNP. Adaptado del artículo científico La cara, sus proporciones estéticas (p. 6), por Burgué, 2011.

(2) Forma

Se evalúa en vista frontal, considerando su altura y proporción, en relación con su anchura (AFOCSI, 2025).

- (a) Rasgados: destacan por una morfología alargada.
- (b) Ovalados: se caracterizan por una apariencia almendrada.
- (c) Circulares: presentan una estructura perfectamente redonda, con una simetría evidente que les otorga una apariencia amplia y abierta.



Figura 733

Clasificación de los ojos por su forma



Nota. La figura ilustra los tipos de ojos por su forma, imágenes extraídas de la base de datos del programa computarizado COMPHOTO FIT II de la Dirección de Criminalística PNP. Adaptado del Manual de Identificación PIP (p.240), 1983.

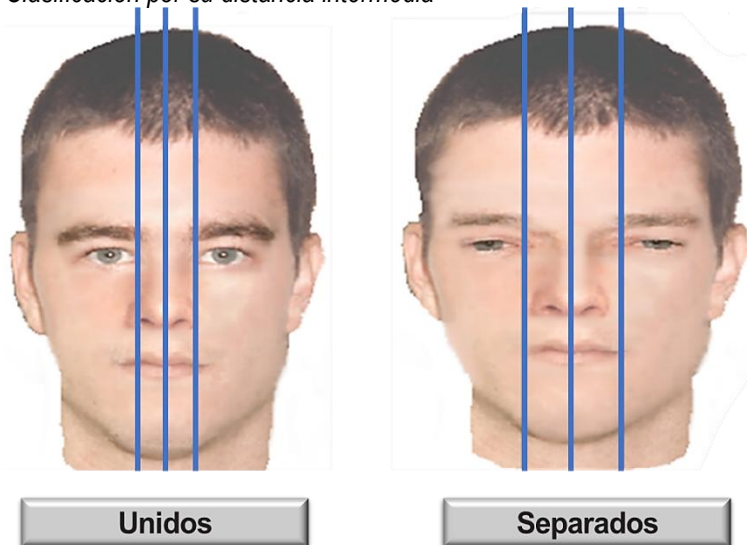
(3) Distancia intermedia

Se refiere al espacio existente entre ambos ojos, tomando como guía el plano medio sagital y el punto dacrion (Manual PIP, 1983).

- (a) **Unidos:** se presenta cuando las líneas imaginarias trazadas desde el punto dacrion convergen hacia las alas nasales, indicando una menor separación entre los ojos.
- (b) **Separados:** se presentan cuando las líneas imaginarias proyectadas desde el punto dacrion divergen, alejándose de las alas nasales, lo que surge una mayor separación entre los ojos.

Figura 734

Clasificación por su distancia intermedia



Nota. Tipos de distancia intermedia entre los ojos, imágenes extraídas de la base de datos del COMPHOTO FIT II, de la Dirección de Criminalística PNP. Adaptado de la Guía Latino Americana para el Peritaje antropológico Forense con el método Morfo-comparativo de imágenes (p.85), por AFOCSI, 2025.

v) Párpados

Se aprecia en vista frontal y se dividen en superior e inferior, su función principal es salvaguardar el ojo (AFOCSI, 2025).

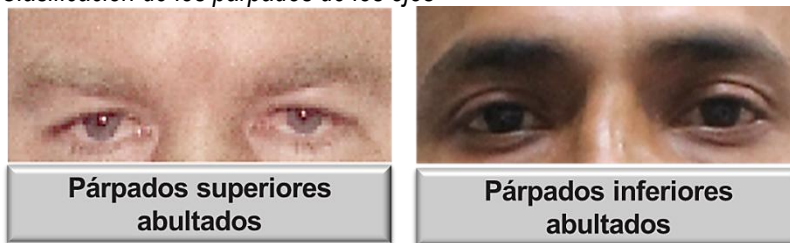
- (1) Párpados superiores abultados: se refiere a la protuberancia de los párpados superiores, generando una apariencia de descenso.



- (2) Párpados inferiores abultados: se refiere a la protuberancia de los párpados inferiores, generando una apariencia de bolsas.

Figura 735

Clasificación de los párpados de los ojos



Nota. Tipos de párpados de los ojos, imágenes extraídas de la base de datos del programa computarizado COMPHOTO FIT II, de la Dirección de Criminalística PNP. Adaptado de la Guía Latino Americana para el Peritaje Antropológico Forense con el método Morfo-comparativo de imágenes (p.85), por AFOCSI, 2025.

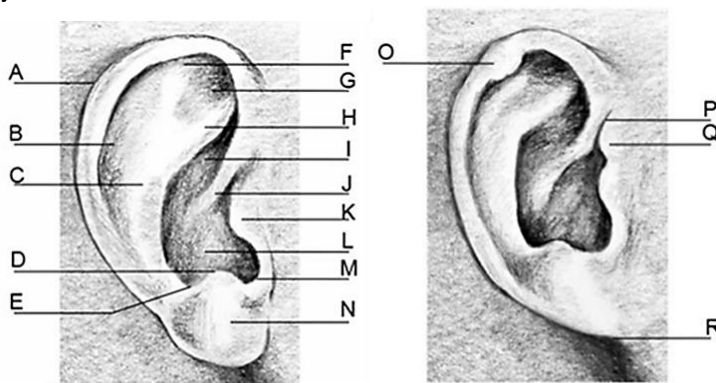
vi) Oreja

Es la parte externa y visible del órgano auditivo, su estructura anatómica está diseñada para captar, amplificar el sonido entrante y luego dirigirlo al oído, para escuchar (MORPHO, 2016).

Figura 736

Partes anatómicas de la oreja

- A: Hélice
- B: Fosa escafoidea
- C: Antihélix
- D: Antitrago
- E: Surco Auricular posterior
- F: Rama Superior del Antihélix
- G: Fosa Triangular
- H: Rama Inferior del Antihélix
- I: Concha Superior
- J: Raíz de la Hélice
- K: Trago
- L: Concha auricular
- M: Escotadura Intertragica
- N: Lóbulo auricular
- O: Tubérculo auricular
- P: Incisura Anterior
- Q: Nudo Anterior
- R: Lóbulo, insertado



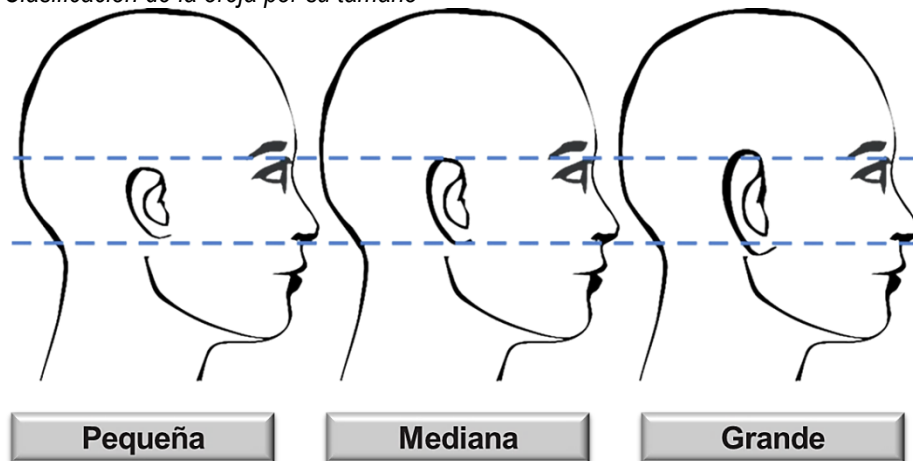
Nota. La figura muestra la estructura de la oreja lado derecho. Tomado de Facial Image Comparison Feature List for Morphological Analysis (p.22), por FISWG, 2018.

(1) Tamaño

Se refiere a la magnitud de la oreja, con relación a los tercios faciales en vista lateral (Manual PIP, 1983)

- (a) Pequeña: la estructura no supera los límites definidos por las líneas supraorbitaria y subnasal.
- (b) Mediana: los bordes de la oreja se encuentran, dentro de las líneas (supraorbitaria y subnasal).
- (c) Grande: supera las líneas supraorbitarias y subnasal, lo que puede hacer que la estructura resalte visualmente en el rostro.



Figura 737*Clasificación de la oreja por su tamaño*

Nota. La figura presenta los tamaños de la oreja desde una vista de perfil. Adaptado del Manual de Identificación PIP (p.125), 1983.

(2) Por su forma

Se analiza desde una vista lateral, lo que permite apreciar su contorno, para una clasificación se emplea formas geométricas como referencia. Según Fuente del Campo et al., (2015), lo clasifica en:

- (a) Circular: su estructura externa presenta una forma redondeada, con bordes circulares.
- (b) Ovalada: su contorno se asemeja a un oval con bordes suaves y una estructura alargada.
- (c) Triangular: su contorno se asemeja a un triángulo, con la base en la parte superior y un vértice definido (punta).
- (d) Rectangular: su estructura externa forma un rectángulo alargado o cuadrado.

Figura 738*Tipos de la oreja*

Nota. La figura ilustra los tipos de oreja por su forma en vista lateral. Adaptado del trabajo de investigación El lóbulo de la oreja: características, alteraciones y envejecimiento (p. 133), por Fuente del campo et al., 2015.

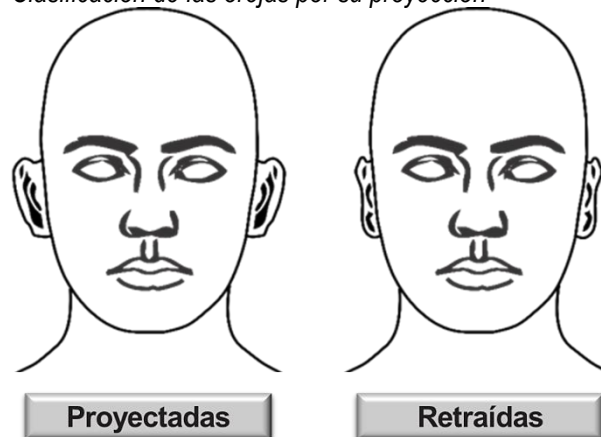
(3) Por su proyección

Para su clasificación se estudia desde un plano frontal y superior, permitiendo apreciar el grado de separación de la oreja con respecto a la cabeza (AFOCSI, 2025).

- (a) **Proyectadas:** el contorno del hélix se orienta hacia la parte frontal, generando la prominencia de la oreja.
- (b) **Retraídas:** el contorno del hélix se orienta hacia el plano posterior, generando una apariencia menos prominente de la oreja.

Figura 739

Clasificación de las orejas por su proyección



Nota. Se presenta la proyección del contorno de la oreja. Adaptado de la Guía Latino Americana para el Peritaje Antropológico Forense con el método Morfo-comparativo de imágenes (p.76), por AFOCSI, 2025.

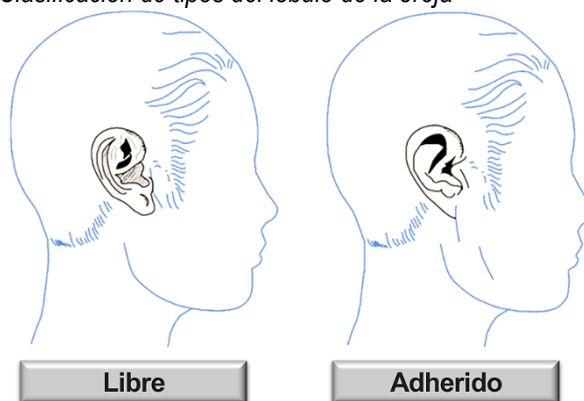
(4) Tipos de lóbulos

Es la parte inferior de la oreja y se estudia desde una vista lateral. Según la empresa Antiaging Group Barcelona clasifica el lóbulo en:

- (a) **Libre:** presenta una separación de la base de la oreja, generando una caída visible.
- (b) **Adherido:** se presenta completamente fusionado a base de oreja.

Figura 740

Clasificación de tipos del lóbulo de la oreja



Nota. Tipos de lóbulo de la oreja. Adaptado del blog corporativo AGB, con el tema lóbulo de la oreja: Anatomía, Tipos y Tratamientos.

(5) Tamaño de lóbulo

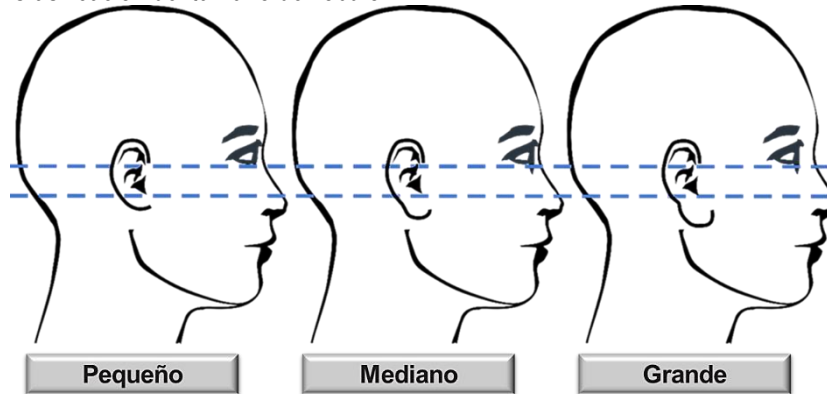
Según AFOCSI (2025) menciona que, para la clasificación del tamaño del lóbulo se estudia desde una vista lateral, para lo cual se fracciona en tres segmentos la oreja, se toma como

guía anatómica, la línea imaginaria delimitada desde el comienzo del antihelix hasta el canal intertrágico.

- (a) Pequeño: su longitud vertical no sobrepasa la proporción determinada por el primer y segundo tercio de la oreja.
- (b) Mediano: establece una proporción equilibrada entre el primero y segundo tercio de la oreja.
- (c) Grande: su longitud vertical excede el tamaño del primero y segundo tercio de la oreja.

Figura 741

Clasificación del tamaño del lóbulo



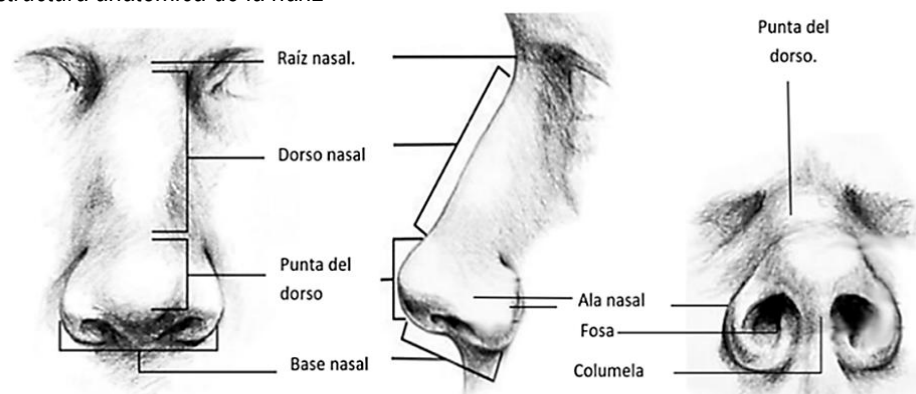
Nota. Tipos de tamaño del lóbulo de la oreja. Adaptado de la Guía Latino Americana para el Peritaje Antropológico Forense con el método Morfo-comparativo de imágenes (p.78) por AFOCSI, 2025.

vii) Nariz

La nariz está ubicada en el segundo tercio de la cara, inicia desde la raíz de la nariz hasta el subnasal. Su estructura tiene una formación de pirámide y está compuesta por músculo, hueso, cartílago y piel (MORPHO, 2016).

Figura 742

Estructura anatómica de la nariz



Nota. La figura muestra la anatomía de la nariz. Tomado de Facial Image Comparison Feature List for Morphological Analysis (p.18) por FISWG, 2018.

(1) Por su tamaño

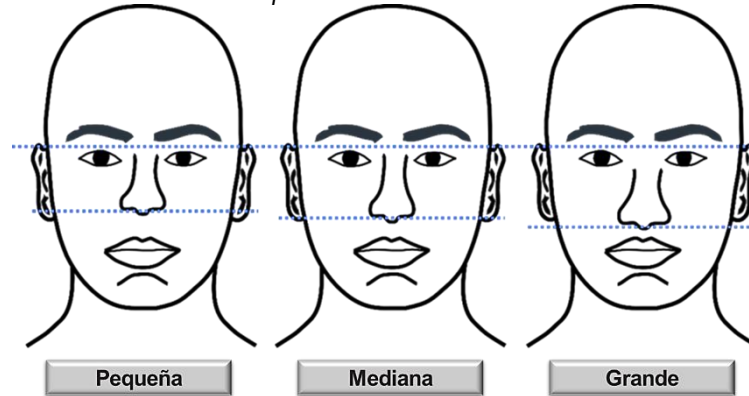
El tamaño de la nariz se determina tomando como referencia la raíz de la nariz hasta el subnasal (Manual PIP, 1983).

- (a) Pequeña: la nariz resulta inferior al tercio medio facial.

- (b) Mediana: la nariz es proporcional al tercio medio facial.
- (c) Grande: la nariz supera las proporciones del tercio medio facial.

Figura 743

Clasificación de la nariz por su tamaño



Nota. La figura muestra los tipos de nariz por su tamaño. Adaptado del Manual de Identificación PIP (p.242), 1983.

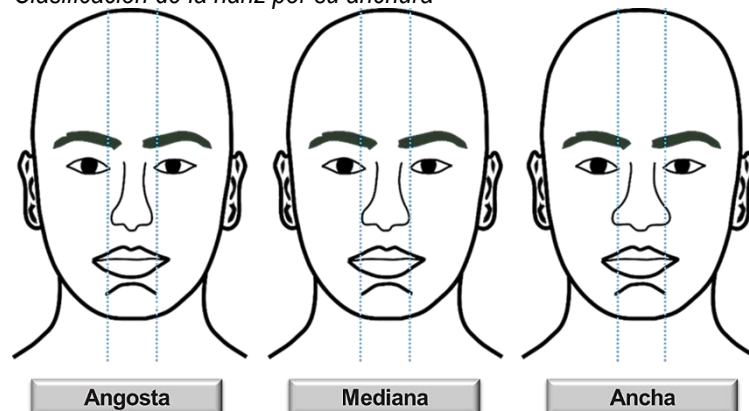
(2) Por su anchura

Se determina por el ancho de las alas nasales, tomando como referencia las líneas verticales que descienden desde los puntos del dacrión (ubicados en el ángulo interno de los ojos (AFOCSI, 2025)).

- (i) Angosta: las aletas de la nariz no superan las líneas anatómicas del dacrión.
- (ii) Mediana: las aletas de la nariz, se alinean con las líneas anatómicas del dacrión.
- (iii) Ancha: las aletas de la nariz superan las líneas anatómicas del dacrión.

Figura 744

Clasificación de la nariz por su anchura



Nota. La figura presenta la anchura de la nariz, determinados por las alas nasales. Adaptado de la Guía Latino Americana para el Peritaje Antropológico Forense con el método Morfo-comparativo de imágenes (p.87), por AFOCSI, 2025.

(3) Por su forma

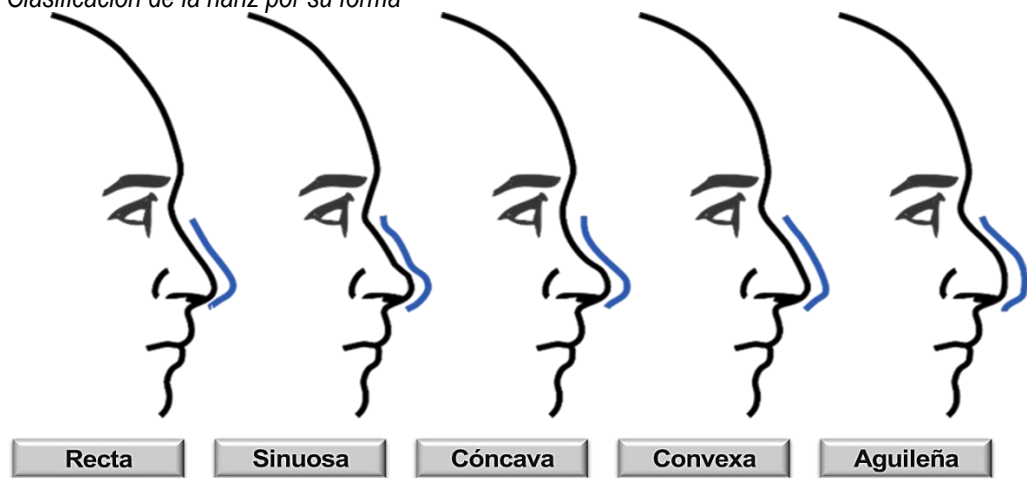
Se analiza en proyección lateral, observando la continuidad de su perfil desde el nasión hasta la punta nasal (Manual PIP, 1983; Vargas, 2000).



- (a) **Recta:** el dorso nasal presenta un perfil lineal continuo, sin elevaciones ni depresiones notorias. Representa un dorso equilibrado y armónico.
- (b) **Sinuosa:** se observa una trayectoria irregular con leves desniveles a lo largo del dorso de la nariz.
- (c) **Cóncava:** el dorso de la nariz muestra una depresión en su línea media, generando una apariencia hundida o arqueada hacia adentro.
- (d) **Convexa:** el dorso nasal forma una curva hacia afuera.
- (e) **Aguileña:** dorso nasal protuberante genera una curva hacia afuera, presentando la punta del dorso descendente.

Figura 745

Clasificación de la nariz por su forma



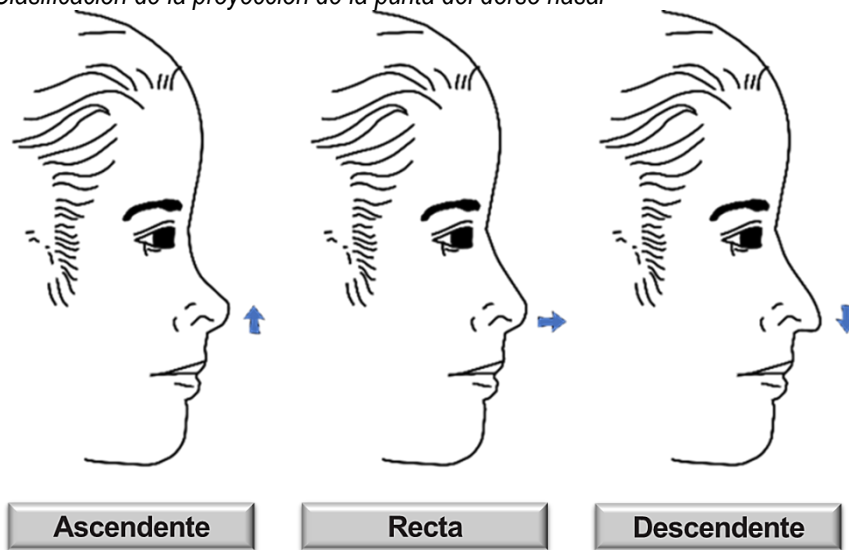
Nota. Tipos de nariz desde una vista de perfil. Adaptado del Manual de Identificación PIP (p.124), 1983.

- (4) La proyección de la punta del dorso

Se analiza observando la continuidad de su perfil desde el nasion hasta la punta nasal. Esta evaluación permite determinar la prominencia, orientación y armonía de la punta nasal dentro del conjunto del perfil facial (AFOCSI, 2025)

 - (a) **Ascendente:** la punta del dorso nasal se proyecta hacia arriba, formando el ángulo nasolabial más abierto.
 - (b) **Recta:** la punta del dorso nasal se encuentra alineada con el eje longitudinal del dorso nasal.
 - (c) **Descendente:** la punta del dorso nasal presenta una inclinación inferior (orienta hacia abajo), reduciendo la apertura del ángulo nasolabial.



Figura 746*Clasificación de la proyección de la punta del dorso nasal*

Nota. Formas de la punta del dorso nasal. Adaptado de la Guía Latino Americana para el Peritaje Antropológico Forense con el método Morfo-comparativo de imágenes (p.89), por AFOCSI, 2025.

(5) Fosas nasales

Se conocen como narinas, presentan una morfología que se observa en distintos ángulos. Según Burgué (2011) clasifica las fosas nasales en:

- (a) Leptorrinos: las narinas de forma alargada y estrechas con una apertura lateral reducida.
- (b) Mesorrinos: las narinas con proporciones equilibradas entre altura y ancho.
- (c) Platirrinos: las narinas más abiertas lateralmente.

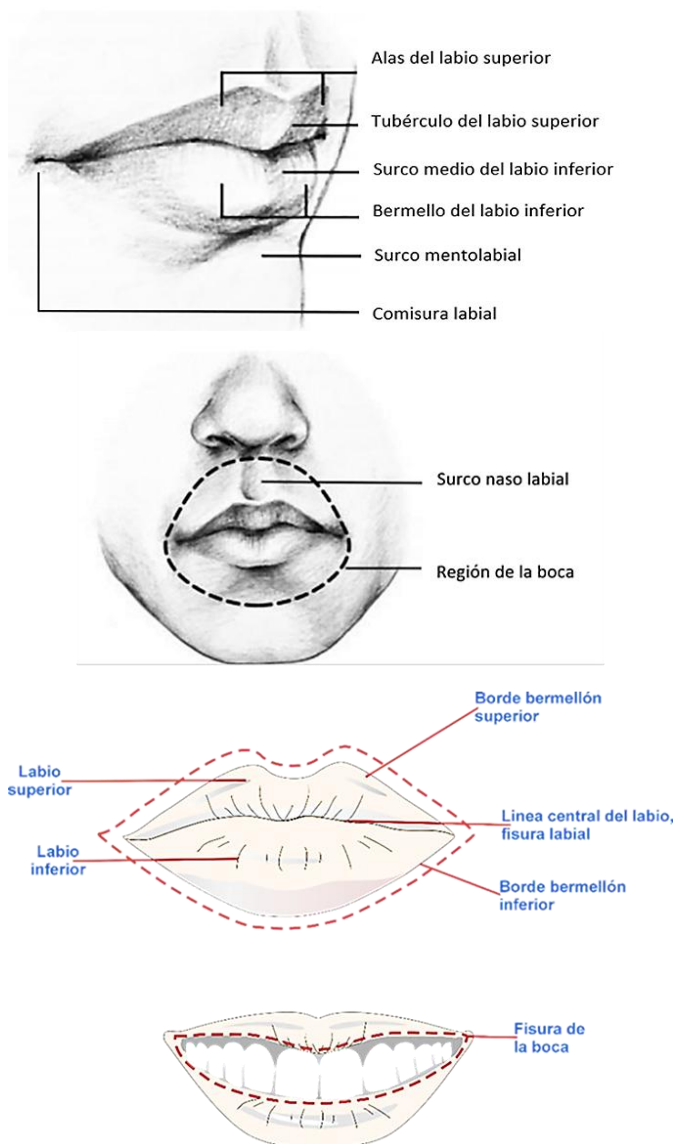
Figura 747*Clasificación de los orificios nasales*

Nota. La figura ilustra la morfología de las fosas nasales. Tomado de la revista científica La cara, sus proporciones estéticas (p.9), por Burge, 2011.

viii) Boca

Es la cavidad oral de todo ser humano, su composición anatómica es compleja, sus paredes están revestidas por un epitelio muy vascularizado, conformada por la lengua, las encías, los dientes y las glándulas salivales (Pareja, 2006).

Figura 748
Partes de la boca



Nota. La figura muestra la anatomía de la boca. Tomado de Facial Image Comparison Feature List for Morphological Analysis (p.25), por FISWG, 2018.

(1) Tamaño

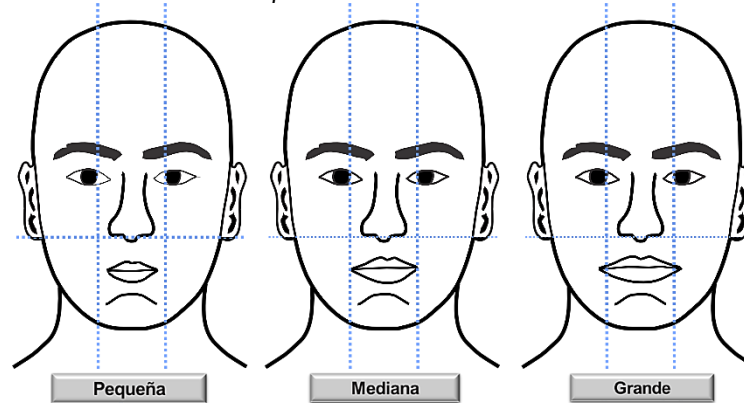
Se toma como referencia las líneas paralelas que desciende desde el punto anatómico del dacrion.

El Manual PIP (1983), lo clasifica en:

- Pequeña: las comisuras se encuentran dentro de los límites definidos de las líneas imaginarias verticales (borde interno del iris).
- Mediana: las comisuras se encuentran entre los límites de las líneas del borde interno del iris.
- Grande: las comisuras superan los límites verticales (del borde interno del iris).

Figura 749

Clasificación de la boca por su tamaño



Nota. La figura presenta los tipos de boca. Adaptada de la Guía Latino Americana para el Peritaje Antropológico Forense con el método Morfo-comparativo de imágenes (p.91), por AFOCSI, 2025.

(2) Labios

“Los labios están conformados por pliegues musculocutáneos y se dividen en labio superior e inferior, localizándose en el tercio inferior de la cara” (Guerra, 2007).

(a) Comisuras labiales

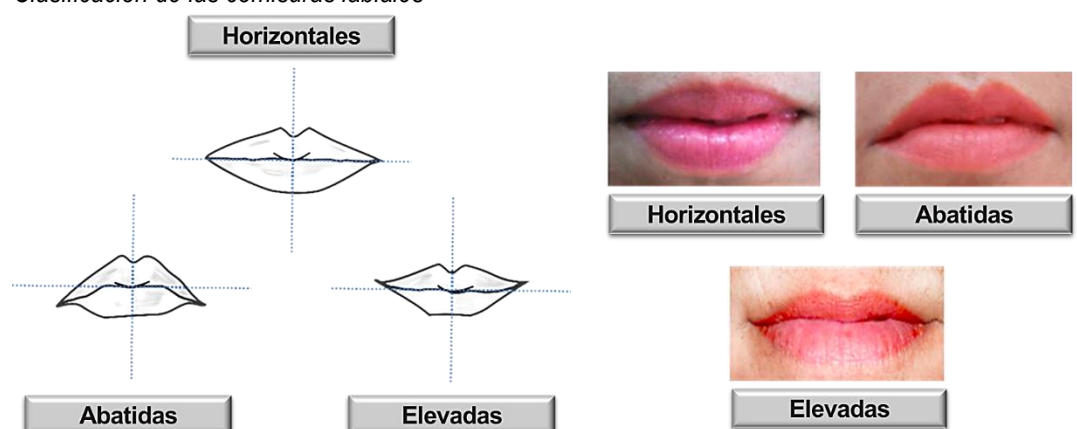
Según MORPHO (2016), define a la “comisura de la boca como el ángulo o esquina de la boca, también lo señala como punto cheilion, un punto de referencia facial”.

El Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (2011) clasifica a la comisura de la boca de la siguiente manera:

- (i) Horizontales: se mantienen alineadas de forma recta con la línea del cheilion.
- (ii) Abatidas: se orientan con dirección al plano inferior.
- (iii) Elevadas: se proyectan hacia el plano superior.

Figura 750

Clasificación de las comisuras labiales



Nota. Las figuras muestran los tipos de comisuras labiales. Adaptado de la Guía práctica para el examen odontológico forense (p.76), por el Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses-Colombia (INMLCF), 2011.

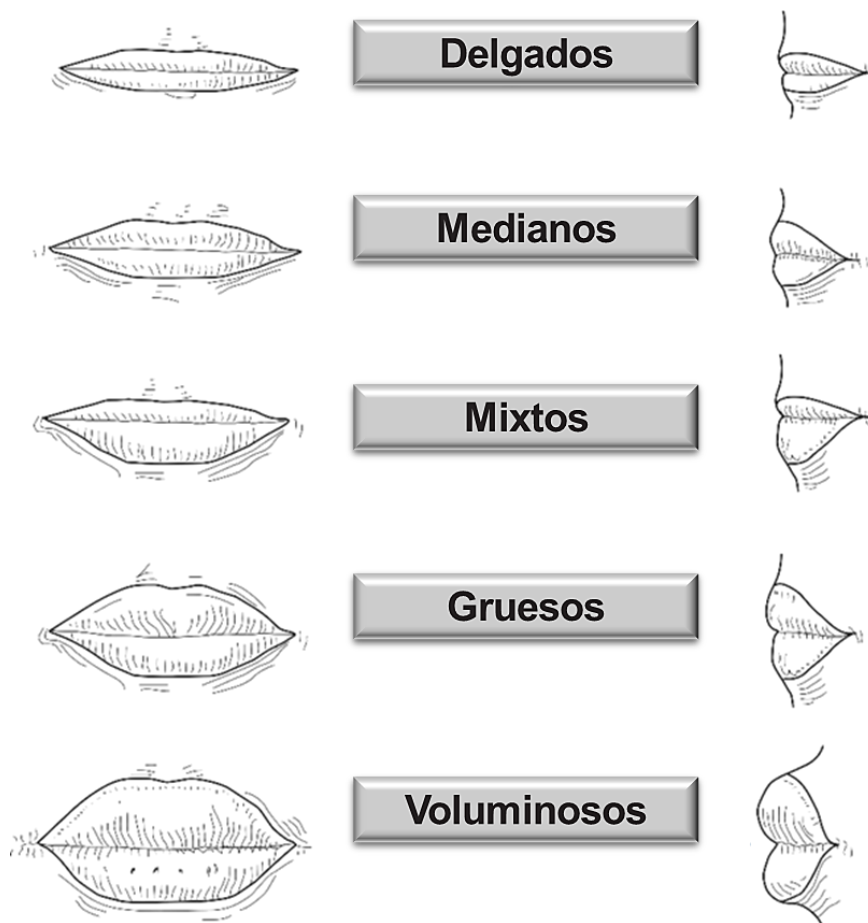


(b) Forma

La evaluación se realiza desde una vista frontal y lateral, permitiendo identificar su morfología (Manual DIRCRI, 2005; Rodríguez, 2004).

- (i) Delgados: ambos labios presentan un volumen reducido y una mínima visibilidad del borde del bermellón superior e inferior.
- (ii) Medianos: ambos labios presentar un grosor intermedio, con proporciones equilibradas.
- (iii) Mixtos: cuando el labio superior o inferior presentan mayor grosor, volumen o espesor en comparación con el otro, se clasifica como mixto.
- (iv) Gruesos: ambos labios presentan una marcada visibilidad de los bermellones, con notable volumen, espesor y grosor.
- (v) Voluminosos: son labios carnosos presentan proyección al plano anterior, las comisuras son definidas, así como el arco de cupido y los bermellones.

Figura 751
Clasificación de los labios



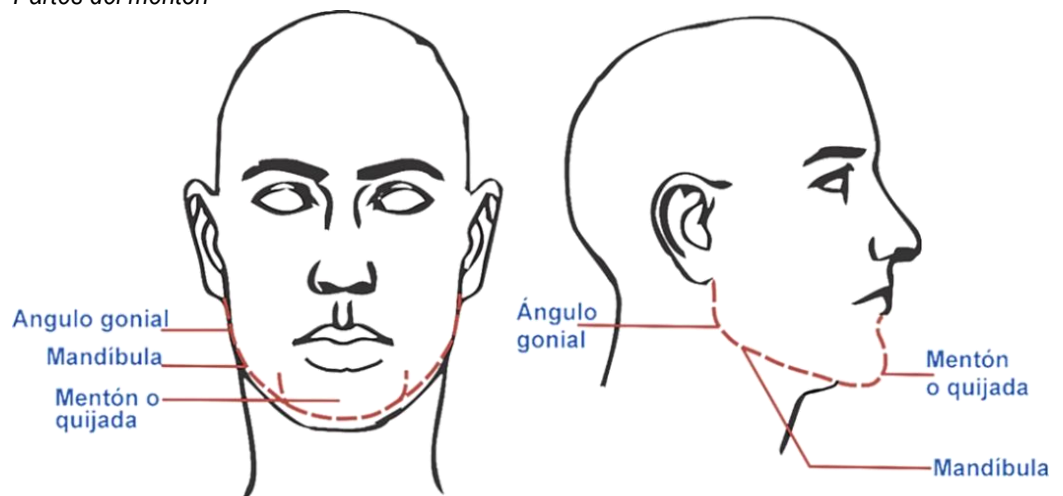
Nota. Tipos de labios. Adaptado del libro La antropología forense en la identificación humana (p.198), por Rodríguez, 2004.

ix) Mentón

Para MORPHO (2016), define al mentón como “el área de la cara debajo del labio inferior que incluye la prominencia mandibular”.



Figura 752
Partes del mentón



Nota. La figura representa la estructura de la región mentoniana. Adaptado de Facial Image Comparison Feature List for Morphological Analysis (p.26), por FISWG, 2018.

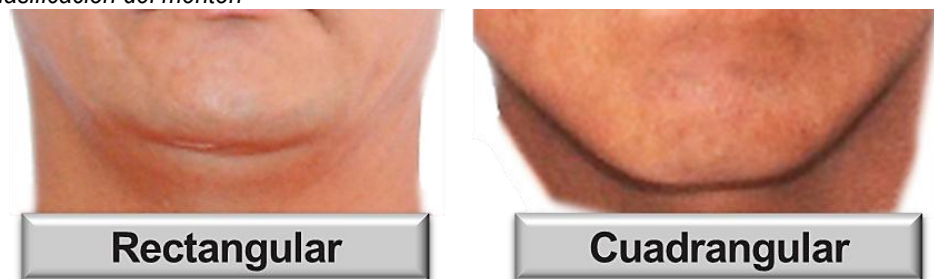
(1) Forma

Se analiza en vista frontal, lo que permite apreciar el borde del mentón, para su clasificación se considera formas geométricas.

El Manual de identificación PIP (1983), clasificó el mentón en:

- (a) Rectangular: se caracteriza por una mayor proporción vertical de la línea mandibular con relación al ancho transversal.
- (b) Cuadrangular: presenta una base mentoniana con morfología cuadrada.
- (c) Circular: se caracteriza por una base mentoniana con contornos redondeados o curvos.
- (d) Hendido: se caracteriza por ser de origen congénito, presenta una depresión o surco mediano visible en la región submentoniana.

Figura 753
Clasificación del mentón



Rectangular

Cuadrangular





Nota. La figura muestra los tipos de la región mentoniana, imágenes extraídas de la base de datos del Sistema Automatizado de Identificación Dactilar (AFIS-PNP) de la Dirección de Criminalística PNP. Adaptado del Manual de Identificación PIP (p.131), 1983.

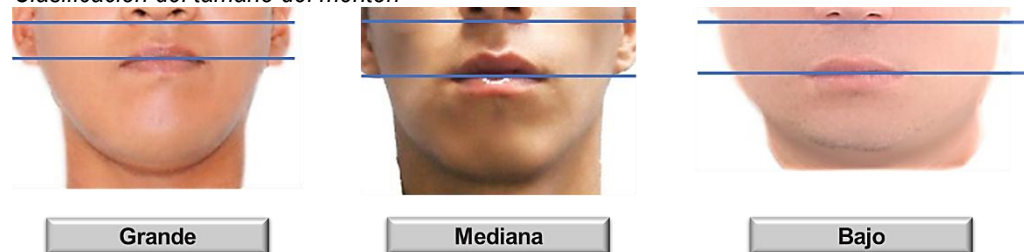
(2) **Tamaño**

Se toma como referencia las líneas horizontales del punto anatómico cheilion y la subnasal.

- (a) **Grande:** el tamaño entre el punto subnasal hasta la línea del cheilion, es la mitad de la altura de la región mentoniana.
- (b) **Mediana:** el tamaño entre el punto subnasal hasta la línea del cheilion, es menor a la altura de la región mentoniana.
- (c) **Bajo:** el tamaño entre el punto subnasal hasta la línea del cheilion, presentan la misma proporción.

Figura 754

Clasificación del tamaño del mentón



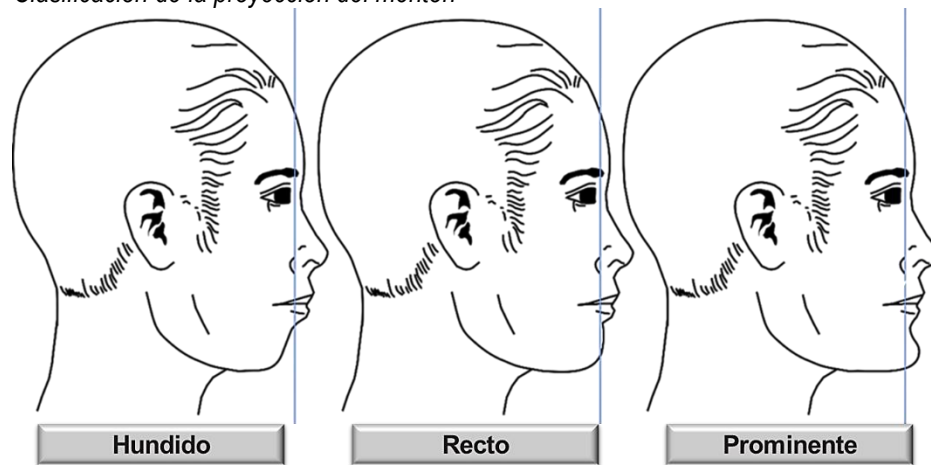
Nota. La figura presenta el tamaño de la región mentoniana, imágenes extraídas de la base de datos del Sistema Automatizado de Identificación Dactilar (AFIS-PNP) de la Dirección de Criminalística PNP. Adaptado de la Guía Latino Americana para el Peritaje Antropológico Forense con el método Morfo-comparativo de imágenes (p.96), por AFOCSI, 2025.

(3) **Proyección**

Se describe desde una vista de perfil, se toma como guía la línea imaginaria que pasa por el inicio del ala nasal. Según AFOSCI (2025) lo clasifica en:

- (a) **Hundido:** el mentón se posiciona por detrás de la línea vertical, tomando como referencia el inicio del ala nasal.
- (b) **Recto:** el mentón se ubica alineado a la línea vertical, tomando como referencia el inicio del ala nasal.
- (c) **Prominente:** el mentón se ubica posterior a la línea vertical, tomando como referencia el inicio del ala nasal.

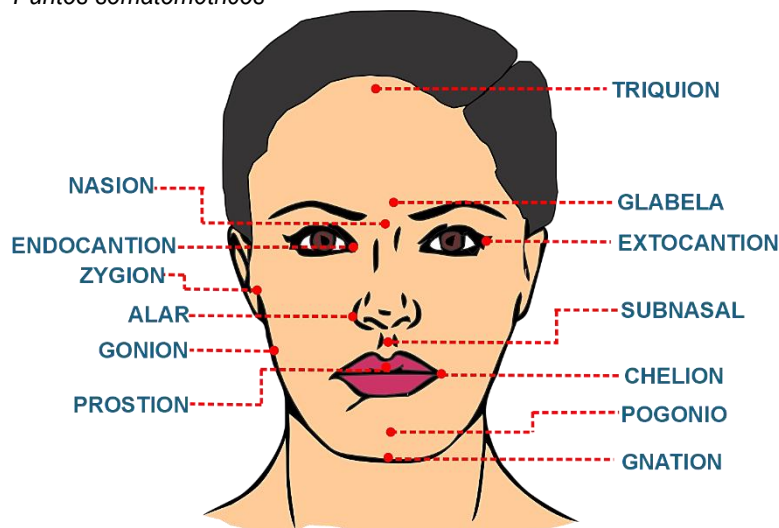


Figura 755*Clasificación de la proyección del mentón*

Nota. La figura muestra al mentón desde una vista de perfil. Adaptado de la Guía Latino Americana para el Peritaje Antropológico Forense con el método Morfo-comparativo de imágenes (p.97), por AFOCSI, 2025.

e) Puntos somatométricos

Son las referencias o puntos fijos que por lo general permiten realizar medidas antropométricas, asimismo son reconocidas como un conjunto que proporciona mayor cantidad de información del rostro humano y lo define con mayor precisión, gracias a la estabilidad de sus puntos frente a las expresiones faciales y rotaciones ligeras en los planos axial, coronal y sagital (Velasco et al., 2018)

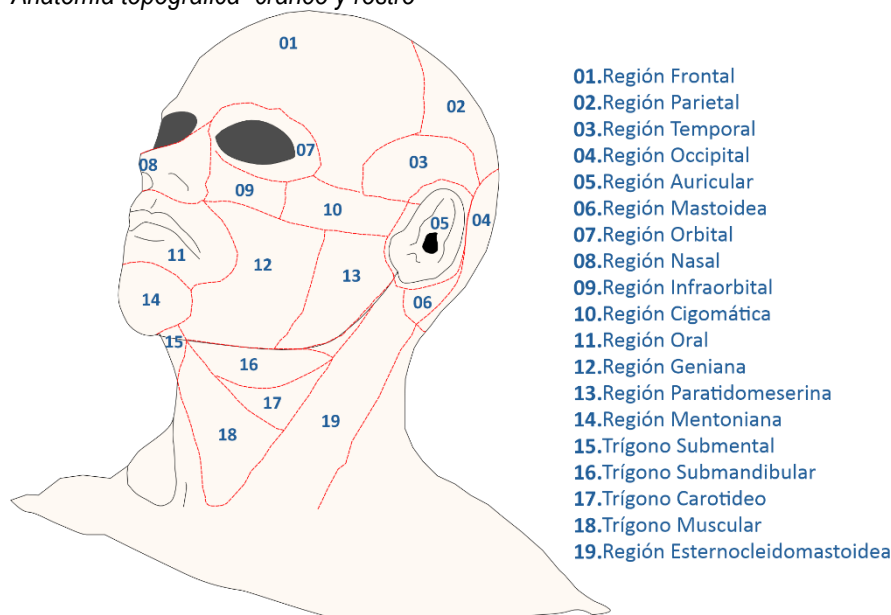
Figura 756*Puntos somatométricos*

Nota. La figura presenta los puntos anatómicos somatométricos. Adaptado de la investigación, Identificación humana mediante superposición metodológica (p.313), por Alemán et al., 2008.

f) Regiones del rostro

Corresponde a segmentos de la cara establecidos mediante límites, útiles en la identificación facial porque permite describir de forma particular la ubicación de las características individualizantes como una cicatriz, lunar, u otras peculiaridades de interés criminalístico.

Figura 757
Anatomía topográfica- cráneo y rostro

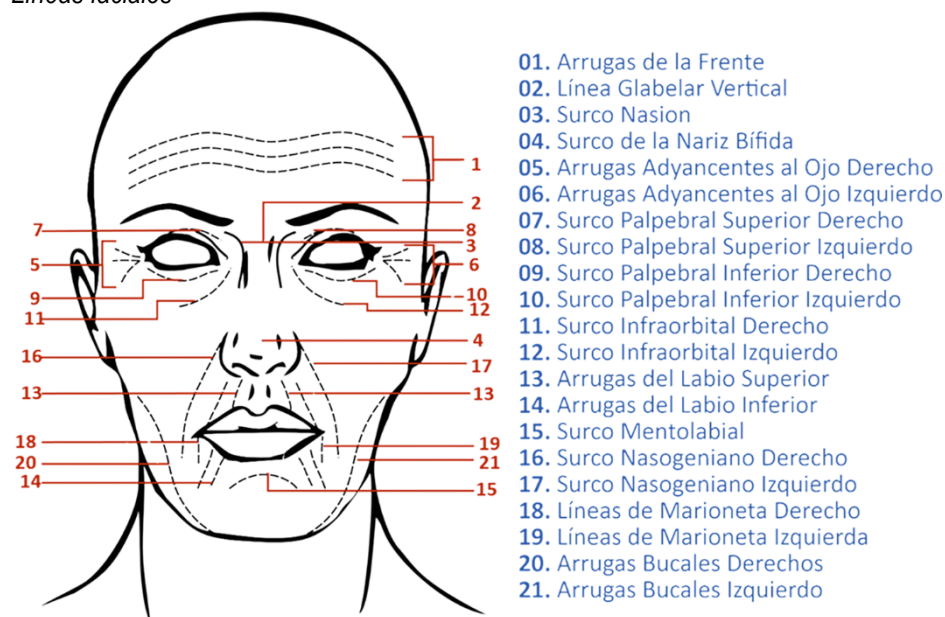


Nota. Las 18 regiones del rostro y del cráneo. Adaptado de la Guía Médico Legal de valoración integral de lesiones corporales (p.80), por el del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forense, 2014.

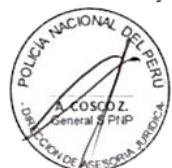
g) Líneas faciales

Son consideradas marcas de expresión, surcos, que se forman por la contracción frecuente de los músculos del rostro (gesticulación), visibles al transcurrir los años, asimismo dentro de estas líneas faciales encontramos a las arrugas, que son trazos faciales que se encuentran asociadas al envejecimiento; por lo que, “deben ser valoradas como características individualizantes, debido a que son replicables en su morfología, patrón y cantidad en un mismo segmento del rostro” (FISWG, 2018).

Figura 758
Líneas faciales



Nota. Las líneas faciales por su morfología. Adaptado de Facial Image Comparison Feature List for Morphological Analysis (p.31), por FISWG, 2018 (traducido)



h) Simetría del rostro

“Correspondencia exacta en forma, dimensión y posición, respecto a un punto, una línea o un plano, de los elementos que forman un conjunto o de dos o más conjuntos entre sí” (IMLCF, 2021). El rostro humano no presenta una simetría absoluta; siempre existen discrepancias morfológicas sutiles entre las estructuras de la hemicara derecha e izquierda en relación con el plano sagital medio.

Estas diferencias, conocidas como asimetrías fluctuantes, son el resultado de variaciones microanatómicas durante el desarrollo craneofacial. Aunque generalmente no son evidentes a simple vista, pueden ser identificadas mediante una observación detallada o a través de métodos de análisis antropométrico, o morfológicos.

Figura 759
Asimetría del rostro



Nota. El rostro humano no es asimétrico, siempre presentan algunas disimilitudes, que no son visible a simple vista, requiere de un estudio minucioso macroscópico, imagen extraída de la base de datos del Sistema Automatizado de identificación Dactilar (AFIS-PNP) de la Dirección de Criminalística PNP.

i) Características particulares

Según SWGDE (2019) las características individuales son rasgos inherentes que distinguen a una persona de otra. Se originan por procesos naturales, alteraciones o desgaste. Su correspondencia es clave para la identificación de manera indubitable y su persistencia es evaluada por el perito facial según su experticia y conocimientos.



i) Clasificación de características faciales según SWGDE (2024):

- (1) Cicatrices: marcas faciales o áreas dismórficas o descoloridas de la piel donde se ha curado un daño permanente o reciente, estas zonas pueden aparecer en cualquier parte del rostro, ya que son originadas por traumatismo fortuito.
- (2) Marcas: las marcas son áreas de la piel con pigmentación distinta al tono circundante. Pueden incluir nevo (lunares), pecas, marcas de nacimiento o incluso lesiones externas visibles. Estas características pueden ser relevantes en proceso de identificación facial.
- (3) Tatuajes: son una forma de modificación corporal que consiste en aplicar tinta, tintes o pigmentos sobre la piel, ya sea de manera temporal o permanente. En el caso de los tatuajes permanentes, los pigmentos se insertan en la dermis, la capa más profunda de la piel, para formar un diseño visible.

j) Factores que afectan a los segmentos faciales

Según (OSAC, 2020) con el paso del tiempo, las imágenes de una misma persona pueden presentar diferencias en sus apariencias como resultado de cambios previsibles como:

- i) El envejecimiento
- ii) Expresiones faciales
- iii) Cambios significativos de peso
- iv) Alteraciones en la salud

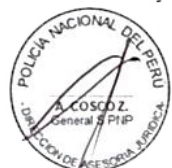
Algunos de estos cambios, como las expresiones o las variaciones de peso, pueden ser transitorios, mientras que otros pueden producir transformaciones permanentes en el rostro.

Durante una comparación facial forense individualizada, especialmente cuando se analizan imágenes capturadas en distintos momentos, el profesional debe tener en cuenta todas estas posibles variaciones antes de emitir una opinión fundamentada.

k) Condiciones y limitaciones que se producen en las imágenes

Según SWGDE (2019) “las condiciones bajo las cuales se capturan las imágenes pueden influir notablemente en la apariencia de los sujetos u objetos representados”. Entre los factores más relevantes que deben considerarse se incluyen, entre otros:

- i) Resolución de imagen: definida por la cantidad total de píxeles, en un parámetro fundamental que impacta directamente en la calidad visual. Una mayor resolución permite capturar con mayor precisión los detalles faciales.
- ii) Compresión: Proceso destinado a disminuir el volumen de información contenida en un archivo.
- iii) Defectos ópticos: Pueden ocasionar efectos visuales debido a aberraciones del lente, distorsión de gran ángulo, cambio de color, desenfoque, presencia de objetos reflectantes.
- iv) Defectos del sensor: Pueden introducir ruido, distorsiones no deseadas, píxeles defectuosos, generalmente como resultado de imperfecciones en el sensor o una limpieza inadecuada.
- v) Condiciones de iluminación: Pueden ocultar detalles o cambiar la tonalidad de imagen.
- vi) Perspectiva: Es la técnica visual que permite crear ilusión de profundidad y distancia en una imagen plana, haciendo que los objetos parezcan estar, más cerca o más lejos según su tamaño.



I) Herramientas para la identificación facial

i) Retrato Hablado

Es la elaboración de retratos a partir de una base de datos de características faciales, utilizando información proporcionada por la víctima, testigo o investigado de manera presencial. Esta técnica permite la elaboración de un posible rostro de una persona involucrada en un hecho ilícito, apoyándose en rasgos como la tez de la piel, características morfológicas, marcas particulares, entre otros.

Surge como una herramienta de apoyo fundamental para el reconocimiento facial en procesos de identificación, especialmente cuando no existen medios gráficos del sospechoso. Aunque esta labor ha sido desarrollada históricamente por dibujantes forenses, en la actualidad se cuenta con programas informáticos especializados, como el programa computarizado COMPHOTO-FIT, que facilitan y sistematizan el proceso. Sin embargo, una de las principales limitaciones de los retratos, es que estos son solo referenciales y en ocasiones inexactos, debido a las descripciones imprecisas de quienes aportan la información.

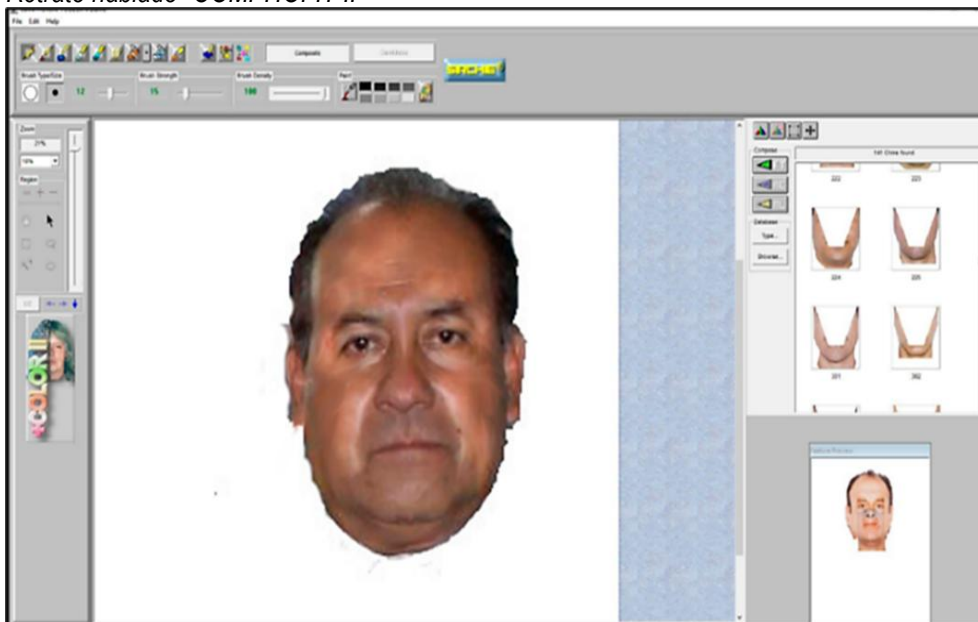
Tabla 73

Características generales para la reseña del retrato hablado

Características generales del retrato hablado			
Raza	Sexo	Cabello	Frente
Cejas	Ojos	Orejas	Nariz
Boca	Labios	Mentón	Estatura aproximada
Contextura	Edad aproximada	Características cromáticas	Características particulares

Figura 760

Retrato hablado -COMPHOFIT II



Nota. La figura presenta la elaboración del retrato hablado con el uso del programa computarizado COMPHOTO FIT II de la Dirección de Criminalística PNP.



ii) Álbum de reconocimiento fotográfico

Conformado por fotografías de la base de datos del AFIS PNP, actualmente se cuenta con un álbum fotográfico digital, cuya operatividad permitirá realizar un filtro de acuerdo con los delitos y distritos donde incurrir con mayor frecuencia, lo que incrementará las oportunidades por parte de la víctima o testigo de reconocer a su agresor.

iii) Sistema de reconocimiento facial

Software capaz de realizar una búsqueda automatizada y comparar rostros provenientes de imágenes 2D, de fotogramas de video con una base de datos de imágenes faciales, el resultado de la búsqueda se dará de acuerdo con la puntuación de similitud evaluada por un ordenador, este proceso se conoce como comparación de 1 a N. y de 1 a 1 (ENFSI, 2022).





4.2.6. Estomatología forense²⁷

1) Historia de la odontología forense en el Perú

El 15 de junio de 1963, la Resolución Ministerial N.º 2264 inician las funciones de la especialidad de odontología forense dentro de la división de identificación criminal y criminalística de la Policía de Investigaciones del Perú. El 10 de mayo de 1966, mediante el Decreto Supremo N.º 128, se autoriza la creación de un archivo central de identificación odontográfica en esa misma división. Para ello se adopta el modelo de ficha dental denominado odontograma PNP y se empieza a registrar la fórmula dentaria en las fichas de personas que viajan al extranjero, así como de extranjeros que realizan trámites migratorios en el territorio nacional.

El 1 de enero de 1994 se inician cursos de identificación odontográfica en la Escuela de Criminalística de la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú, dirigidos a odontólogos de la Dirección de Salud de la institución. En febrero de 1995 se aprueba la Directiva N.º 09-DE-PNP/DIATEC-DIVIPO, que establece normas y procedimientos para crear, operar e informatizar el sistema de identificación odontográfica a nivel nacional.

A inicios de 1997, la jefatura y el personal de peritos odontólogos de la DIRCRI PNP, en coordinación con el Colegio Odontológico del Perú, convocan a 70 representantes de distintas entidades, incluidas las facultades de odontología de las universidades del país, a un taller-seminario para unificar criterios sobre la numeración, la representación gráfica y la simbología del odontograma. Tras seis meses de reuniones, se obtienen las bases del modelo que se utilizaría. No fue sino hasta 2002, con la Ley del cirujano dentista, que se retoma el tema del odontograma, y la comisión designada elabora la documentación pertinente basada en el modelo resultante del taller.

El 18 de abril de 2005, los peritos odontólogos de la Dirección de Criminalística de la PNP comienzan a confeccionar fichas dentales para personas procesadas judicialmente en la carcelita del Palacio de Justicia. Finalmente, el 25 de julio de 2005, mediante el Decreto Supremo N.º 016-2005-SA, se aprueba el reglamento de la ley del trabajo del cirujano dentista, que establece que el ejercicio legal de la profesión incluye peritajes y pericias estomatológicas, así como la emisión de certificados. También se reconoce la facultad del cirujano dentista para realizar peritajes forenses; asimismo, se reconoce la odontología forense como especialidad en el Colegio Odontológico del Perú y se impone la obligación de que el profesional de la odontología se ponga a disposición ante desastres, ya sea en su lugar de trabajo o en el centro de salud más cercano.

En mayo de 2007 quedó validada por la Ley 29016, artículo 18: “El Colegio Odontológico del Perú valida el odontograma universal como medio de identificación personal”. Es relevante en la historia de la odontología peruana mencionar al Dr. Carlos Benjamín Basauri Chávez (1929-2012), conocido como el “Padre de la Odontología Forense en el Perú”; quien ingresó a la Policía de Investigaciones del Perú, hoy Policía Nacional del Perú, y fue un apasionado de la odontología forense. Becado por la OEA, se formó en antropología física en la Ciudad de México y en la UNAM.

Su trabajo se centró en la antropología física y la odontología forense, campos en los que recibió amplio reconocimiento internacional. Inventó el sistema rugoscópico que lleva su nombre, aplicó la superposición

²⁷ May. S PNP Marco Ignacio Quintanilla Cohello, May. S PNP Julliana Stephanie Bendezú Arias, Cap. S PNP Sandra Abigail Estrella Santillán, Cap. S PNP Susan Stephanie Medina Vera y Cap. S PNP Shirley Allison Chuchón Miranda.



de imágenes cráneo-foto del álbum familiar y desarrolló técnicas para el análisis de mordeduras humanas en cadáveres. Figura ampliamente en la literatura científica de numerosos países e idiomas, y participó activamente en sociedades y academias nacionales e internacionales dedicadas a la antropología, la odontología forense, promoviendo siempre el desarrollo latinoamericano.

2) Definición

La estomatología forense es una disciplina, ciencia o especialidad que, en el ámbito médico-legal, se dedica a analizar el conocimiento odontológico en relación con la ley, el derecho, la justicia y la ética. Esto implica, por un lado, asesorar a los órganos judiciales mediante informes periciales y, por otro, estudiar las cuestiones éticas y jurídicas que rodean el ejercicio de la odontología. Incluye también las interacciones del odontólogo con sus pacientes, las autoridades y la sociedad, abarcando temas derivados del derecho civil, penal y laboral (Campohermoso, 2020).

Maneja el examen adecuado de la evidencia dental, la valoración del daño y los hallazgos dentales que pueden tener interés de parte de la justicia, aplica los conocimientos odontológicos estudiando las características de las piezas dentales en cadáveres dispuestos en distintos escenarios y en restos óseos, los cuales presentan dificultad en la identificación humana por métodos convencionales adquiriendo un papel importante en la identificación de cadáveres mediante el empleo de diversos métodos adecuados como la odontometría, odontoscopia, rugoscopia, prostodoncia, odontograma entre otros (Mendoza, 2014).

Según Moya (1993), la odontología legal consiste en la práctica o prestación de servicios odontológicos conforme a las diversas normativas legales que regulan esta profesión. Por su parte, la odontología forense se orienta a resolver cuestiones de índole jurídica mediante la aplicación de conocimientos odontológicos.

En este sentido, Correa (2020) señala que la odontología forense implica la aplicación de conocimientos teóricos, prácticos y clínicos de esta ciencia-arte para llevar a cabo, de manera adecuada, la inspección, manejo, valoración y representación de la evidencia bucodentomaxilofacial y craneofacial, en cumplimiento de las normas jurídicas y éticas. Además, esta disciplina mantiene una relación con la administración pública y privada, en beneficio de la odontología, así como con la bioodontología.

3) Importancia

La estomatología forense cumple un papel elemental en la identificación de personas, especialmente en escenarios de siniestros donde los métodos tradicionales resultan inviables. Su utilidad radica en que el tejido dentario, al ser la estructura más resistente del cuerpo humano, soporta condiciones adversas como el fuego, la humedad y el paso del tiempo. Esta especialidad resulta esencial, ya que, mediante el estudio del sistema estomatognático, se obtiene información relevante sobre las características de las personas involucradas.

En el caso de restos humanos, además de la identificación por comparación de datos ante mortem y post mortem, permite analizar, mediante conocimientos científicos, el perfil bioantropológico como la especie, edad, sexo, ancestralidad y estatura, tanto en personas y en cadáveres en avanzado estado de descomposición, o en restos óseos. Asimismo, posibilita la realización de peritajes sobre lesiones en la región craneofacial.



4) Actividades periciales odontológicas

Los exámenes periciales odontológicos comprenden el proceso de investigar, analizar y presentar pruebas dentales en procesos judiciales, sean de naturaleza civil o penal, con el fin de colaborar con las autoridades en situaciones vinculadas a la odontología. Esto incluye casos de lesiones estomatológicas, responsabilidad profesional, estimación de edad, agresiones y, especialmente, la identificación de personas mediante sus características dentales.

a) Identificación odontológica

i) Concepto

Se entiende por identidad al conjunto de características que hacen única a una persona, distinguiéndola de las demás. Estas características comprenden tanto aspectos físicos y psicológicos como factores socioculturales propios del entorno en el que se desenvuelve. En la práctica, los estados de derecho reconocen la existencia legal de una persona cuando se le asigna un nombre con respaldo jurídico, lo cual se formaliza mediante una serie de trámites que se realizan a lo largo de la vida, tales como la inscripción en registros oficiales, la obtención de documentos de identidad, como la cédula, el pasaporte, y el registro de huellas dactilares, entre otros.

El proceso de identificación constituye un requisito habitual para el desarrollo de actividades legales, administrativas, económicas, entre otras; en las cuales, se exige a las personas certificar su identidad conforme a los procedimientos establecidos por la sociedad en la que interactúan, tales como la presentación de documentos y/o la impresión de huellas digitales. (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2011)

ii) Particularidades de la cavidad bucal para la identificación

(1) Características dentomaxilares:

Son las características de las estructuras óseas y dentales que corresponden al tercio inferior del cráneo.

(a) Forma de los arcos dentales

Existen tres tipos de discrepancias de maloclusión: vertical, transversal y anteroposterior, las cuales pueden influir en la forma del arco dentario. La discrepancia transversal está principalmente asociada con el ancho del arco, por lo que afecta directamente su forma. Las arcadas dentarias pueden adoptar diversas configuraciones, tales como redonda, ovoide, triangular, cuadrada, hiperbólica, en forma de V, parabólica, entre otras, incluyendo formas asimétricas. Estas configuraciones representan una característica individualizante que permite identificar a una persona (Campohermoso, 2020).

(b) Oclusión

La oclusión se refiere a la relación entre los dientes del maxilar superior y la mandíbula. Pueden existir ciertas discrepancias, como la discrepancia vertical, que se manifiesta como mordida profunda, la cual implica una disminución de la dimensión vertical facial (Okeson, 2008)

La discrepancia vertical también puede presentarse como mordida abierta, que incrementa la dimensión vertical entre los arcos maxilar y mandibular. La discrepancia transversal se describe como mordida cruzada, caracterizada por una disminución del ancho intermolar,



o puede clasificarse como mordida en tijera (Wheeler, 2009)

El padre de la ortodoncia moderna, Edward Hartley Angle, en 1899 organiza las maloclusiones en clase I, clase II y clase III, basándose en la relación entre los primeros molares maxilares y mandibulares, así como en la alineación, o falta de esta, de los dientes con respecto a la línea de oclusión. Con el tiempo, la clasificación de Angle se modifica y se incorpora información adicional, como la relación mandibular y el patrón de crecimiento (Zere et al., 2018).

La oclusión normal, clase I, se presenta cuando la cúspide mesiovestibular del primer molar maxilar se alinea con el surco vestibular del primer molar mandibular. De acuerdo con la clasificación de Andrew sobre la maloclusión, los criterios para la clase I también requieren que la cresta marginal distal del primer molar superior ocluya con la cresta marginal mesial del segundo molar mandibular (Saghiri et al., 2021).

La maloclusión clase II esquelética es heterogénea y, por lo general, se caracteriza por retrusión mandibular (retrognatismo mandibular), protrusión maxilar (prognatismo maxilar) o una combinación de ambas. Esta condición puede presentarse como una característica aislada o como parte de un síndrome. Con el fin de reducir la heterogeneidad y facilitar las investigaciones orientadas a determinar su causa, se han establecido clasificaciones específicas (Lone et al., 2023).

La maloclusión clase III sugiere que la mandíbula adopta una posición más mesial en relación con el maxilar y/o con la base craneal. Los problemas de clase III pueden originarse debido a un crecimiento deficiente del maxilar superior en dirección descendente y hacia adelante, así como por un crecimiento mandibular excesivo hacia adelante o reducido en dirección descendente (Zere et al., 2018).

(c) Forma y tamaño de los dientes

Los dientes son estructuras calcificadas ubicadas en la cavidad oral, insertadas en las mandíbulas superior (maxilar) e inferior (mandíbula). En el ser humano, los dientes son heterodontos, es decir, se clasifican en cuatro tipos: incisivos, caninos, premolares y molares. Presentan dos periodos de erupción: la dentición decidua o primaria, compuesta por 20 piezas dentales, y la dentición permanente, que comprende 32 piezas (Campohermoso, 2020)

Anatómicamente, cada diente se divide en corona y raíz.; la corona es la parte visible en la cavidad oral, mientras que la raíz se encuentra insertada en el hueso maxilar (Hovorakova et al., 2018)

La unión amelocementaria marca el límite entre el esmalte que recubre la corona y el cemento que recubre la raíz. La dentina constituye el núcleo del diente, y rodea a la pulpa dental, donde se localizan estructuras neurovasculares esenciales para la vitalidad del órgano dentario (Wright et al., 2000).



Tabla 74

Características principales de los dientes permanentes

Dientes permanentes	Características principales
Incisivo central superior	Corona trapezoidal, el más voluminoso, raíz única (1.2- 1.5x la corona), dimensión vestíbulo palatina mayor.
Incisivo lateral superior	Borde incisal con dos ángulos (mesioincisal agudo, distoincisal redondeado). Depresión y cingulo en cara palatina, 3 cuernos pulpares jóvenes.
Incisivo central inferior	Más pequeño que el central, forma de cono ocasional, corona trapezoidal, raíz curvada (distal y palatina), cingulo en cara palatina, surcos en caras mesial y distal.
Incisivo lateral inferior	Pequeño, simétrico, corona trapezoidal o rectangular, raíz con convexidad vestibular leve, con aplastamiento mesiodistal.
Canino superior	Similar al central, ligeramente más grande, borde distal más redondeado, raíz aplanada mesiodistal, raíz desviada hacia distal y ligeramente rotada hacia palatino y distal.
Canino inferior	Tamaño grande, corona pentagonal, mayor dimensión vestibulopalatina, raíz única, borde cuspídeo mesial más largo que distal, raíz robusta, ápice hacia vestibular.
Primer premolar superior	Corona hexagonal alargada, mayor dimensión vestibulolingual, rasgos menos marcados, borde cuspídeo mesial más corto que distal, raíz más larga, ápice hacia distal y rotación palatina.
Segundo premolar superior	Corona pentagonal, mayor dimensión vestibulopalatina, dos cúspides (vestibular más grande, palatina más pequeña), una o dos raíces, surco mesial si raíz única.
Primer premolar inferior	Similar al primer, más grande, cara oclusal pentagonal con diámetros equilibrados, dos cúspides menores.
Segundo premolar inferior	Forma pentagonal u ovoidal, dos cúspides (vestibular más grande), crestas triangulares en la cara oclusal formando cresta transversa, en algunos casos ausente o con alteraciones.
Primer molar superior	Forma pentagonal, 2 o 3 cúspides (una vestibular y dos linguales), raíz más estrecha y larga, cúspides suaves.
Segundo molar superior	Más grande mesiodistalmente, forma trapezoidal en oclusal, 3 cúspides vestibulares redondeadas y 2 linguales puntiagudas, fosa central.
Tercer molar superior	Forma variable (rombo, trapezoidal, triangular), dos fosas principales conectadas por surco, cúspide distopalatina más pequeña.
Primer molar inferior	Forma irregular, frecuentemente tricúspide, cara oclusal con forma variable.
Segundo molar inferior	Más grande mesiodistalmente, forma trapezoidal en oclusal, 3 cúspides vestibulares redondeadas y 2 linguales puntiagudas, fosa central.
Tercer molar inferior	Más pequeño, forma rectangular en oclusal, 4 cúspides delimitadas por surcos en cruz.
	Forma variable (trapezoidal o cuadrada), oclusal irregular, con diferente número de cúspides y formas.

Nota. Cuadro que describe las características principales de los dientes permanentes, tomado de Campohermoso (2020).

Tabla 75

Características principales de los dientes deciduos

Dientes deciduos	Características principales
Incisivo central superior temporal	Diseño aplanado, ángulo recto mesioincisal, borde distoincisal redondeado, cingulo bien desarrollado, raíz cónica (2.5x corona), ápice hacia vestibular, dos cuernos pulpares (mesial prominente).
Incisivo lateral superior temporal	Más largo en cervicoincisal que mesiodistal, cingulo con fosas menos marcadas, raíz más larga y hacia vestibular.
Canino superior temporal	Gran cúspide, borde incisal dividido, superficie vestibular con 3 lóbulos, cingulo muy desarrollado, raíz robusta y cónica con ensanchamiento cervical, ápice hacia vestibular.
Primer molar superior temporal	Similar al predecesor, con cresta de Zuckermandl, superficie trapezoidal, 3 cúspides (palatina más grande), raíces divergentes (palatina más larga), 3 raíces, hasta 5 cuernos pulpares.
Segundo molar superior temporal	Tubérculo de Carabelli, forma romboidal, 4 cúspides, surcos en "T", 3 raíces (palatina la más grande, posible fusión), 3 conductos radiculares, hasta 5 cuernos pulpares.
Incisivo central inferior temporal	Pequeño, simétrico, mayor cervicoincisal que mesiodistal, cingulo presente, raíz cónica con ápice hacia distal y vestibular, 2 cuernos pulpares.
Incisivo lateral inferior temporal	Ángulo distal más redondeado, más grande que el central en todas las dimensiones (excepto vestibulolingual), con raíz cónica con ápice hacia distal.
Canino inferior temporal	Más pequeño que el superior, cúspide con borde incisal dividido, 3 lóbulos, cingulo marcado en lingual, raíz cónica y larga, ápice hacia distal y vestibular.
Primer molar inferior temporal	Cresta vestibulolingival prominente, forma romboidal, 4 cúspides, cresta transversal, 2 raíces largas (mesial más larga), 4 cuernos pulpares, 3 conductos.
Segundo molar inferior temporal	Forma rectangular, 5 cúspides, surcos en "W", 2 raíces largas (mesial más larga), 3 conductos, 5 cuernos pulpares.

Nota. Cuadro que describe las características principales de los dientes permanentes, tomado de Campohermoso (2020).

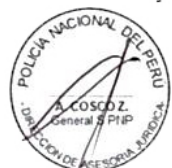
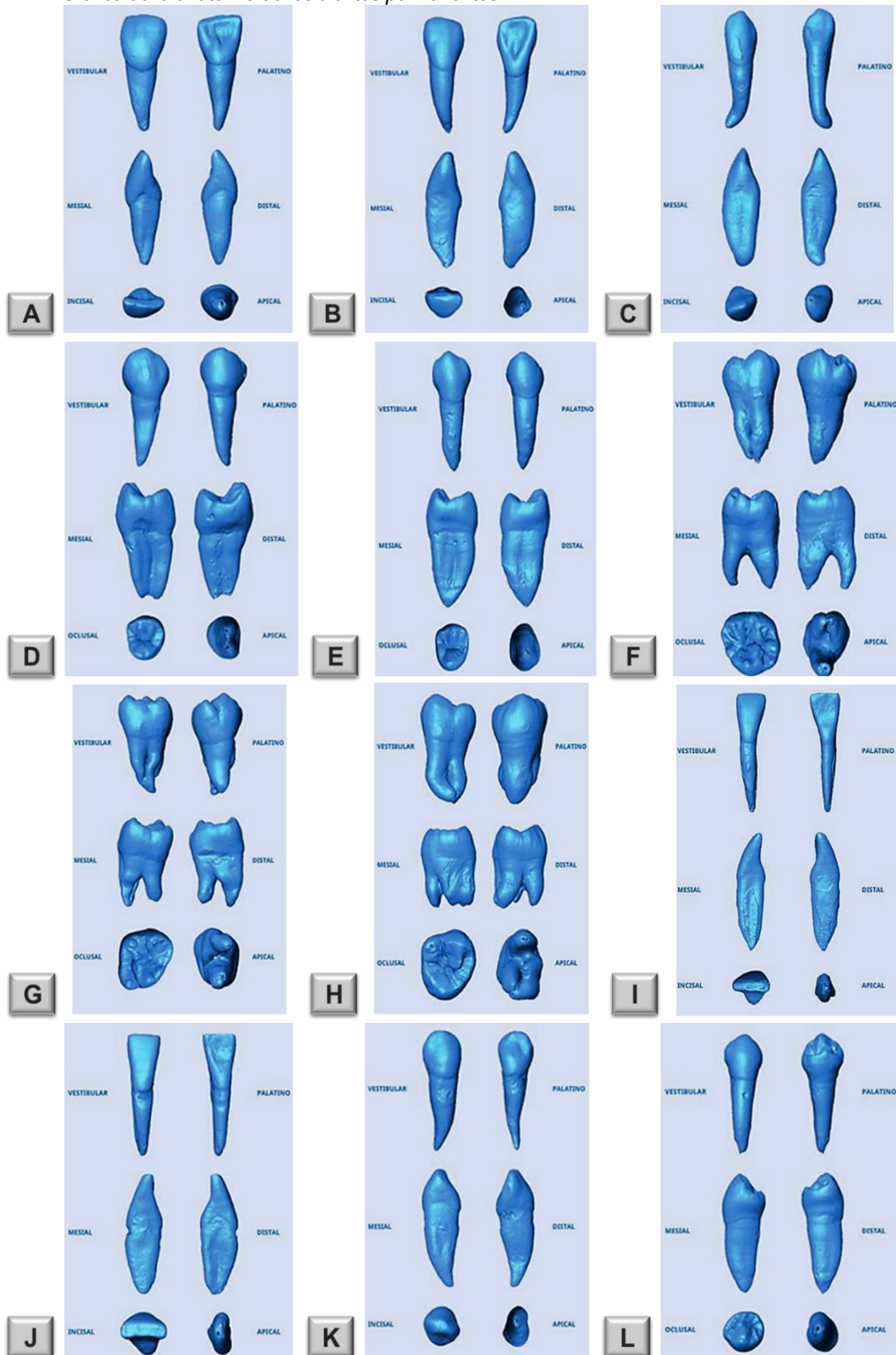
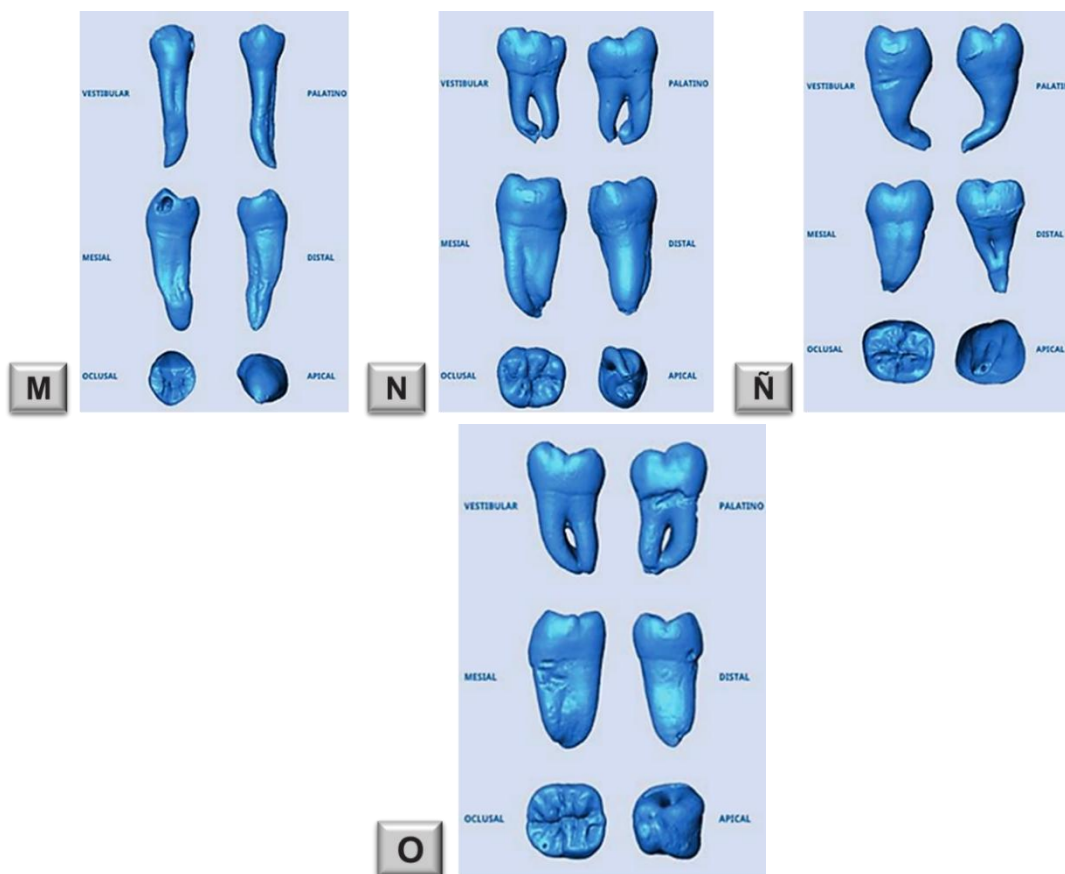


Figura 761

Gráfica de la anatomía de los dientes permanentes





Nota. Se observa las imágenes de dientes permanentes en sus tres dimensiones, (A) incisivo central superior, (B) incisivo lateral superior, (C) canino superior, (D) primer premolar superior, (E) segundo premolar superior, (F) primer molar superior, (G) segundo premolar superior, (H) tercer molar superior, (I) incisivo central inferior, (J) incisivo lateral inferior, (K) canino inferior, (L) primer premolar inferior, (M) segundo premolar inferior, (N) primer molar inferior, (Ñ) segundo molar inferior, (O) tercer molar inferior, tomado de Zubizarreta, (2023). En relación con el tamaño de las piezas dentarias existen estudios que analizaron la longitud, el ancho coronal y longitud radicular, para determinar una aproximación de las medidas promedio según la población estudiada en las diversas investigaciones.

(d) Resistencia a los agentes externos

En los incendios, resulta casi imposible identificar a las víctimas debido a la destrucción total de los tejidos blandos del cuerpo humano. En tales circunstancias, los exámenes odontológicos pueden proporcionar pistas fundamentales para la identificación, ya que las estructuras dentales son las últimas en deteriorarse ante condiciones extremas, como altas temperaturas, sustancias ácidas o procesos avanzados de descomposición. (Prakash et al., 2014). Los dientes presentan una alta resistencia a factores ambientales adversos como el fuego, la deshidratación o la putrefacción gracias a su composición. El esmalte contiene aproximadamente un 96 % de componentes inorgánicos, mientras que la dentina posee un 76 % de elementos inorgánicos y un 20 % de componentes orgánicos, en su mayoría colágeno. Esta estructura les permite soportar temperaturas elevadas, lo que convierte a los dientes en una herramienta útil para la identificación forense (Myers et al., 1999)

El análisis de dientes carbonizados permite reconocer alteraciones morfológicas e histológicas que suelen ser consistentes con las temperaturas alcanzadas en incendios domésticos. Para mejorar la fiabilidad del análisis, es fundamental ampliar las muestras y considerar variables como la presencia de caries, tratamientos restauradores, endodoncia e implantes dentales. Asimismo, resulta crucial comprender cómo identificar materiales



restauradores y conocer su composición. Sustancias como el oro, la amalgama de plata y los silicatos presentan distintos grados de resistencia al calor, lo cual permite establecer correlaciones entre las características de los restos hallados y las propiedades dentales de las víctimas. Por lo tanto, el conocimiento sobre la morfología de los dientes humanos carbonizados y los residuos de materiales restauradores es esencial en la identificación de cuerpos que, debido a las condiciones del siniestro, resultan irreconocibles (Patidar et al., 2010)

Tabla 76

Efectos de la temperatura y tiempos sobre la estructura ósea mandibular y dientes con distintos tipos de material restaurador

Efecto de diferentes temperaturas y tiempos sobre la muestra de mandíbula		
Temperatura	Tiempo	Efecto
400 °C	15 min	Carbonización de la mandíbula que da como resultado una superficie negra granular. Fractura transversal curva vertical, típica de la exposición al calor y del adelgazamiento de las placas corticales.
1100 °C	15 min	Contracción bruta, deformación de la mandíbula, aspecto gris ceniciento y múltiples fracturas.
Efecto de diferentes temperaturas y tiempos en dientes restaurados con $Zn_3(PO_4)_2$		
Temperatura	Tiempo	Efecto
400 °C	5 min	Contracción y espacio entre márgenes en pequeña medida sin ninguna decoloración.
400 °C	15 min	Decoloración negruzca, contracción marginal fácilmente visible. Superficie de aspecto seco y poco rugoso.
400 °C	30 min	Carbonización de la restauración, notables márgenes no confinados y superficie peluda.
1100 °C	15 min	Dientes frágiles desmenuzados con restauración desordenada, aspecto grisáceo ceniciento, con notable discontinuidad de márgenes.
Efecto de diferentes temperaturas y tiempos en dientes restaurados con amalgama de plata		
Temperatura	Tiempo	Efecto
400 °C	5 min	Expansión sorprendente que produce abultamiento de la superficie libre, con superficie rugosa y pérdida de cohesión.
400 °C	15 min	Expansión notable, apariencia abultada, pérdida del contorno marginal y del contacto.
400 °C	30 min	Superficie áspera y desigual. Múltiples grietas, desbordamientos y dilataciones que dan lugar a márgenes no confinados y discontinuos.
1100 °C	15 min	Glóbulos esféricos identificables de restauración, que muestran una decoloración grisácea a blanquecina y dientes astillados.
Efecto de diferentes temperaturas y tiempos en dientes restaurados con ionómero de vidrio		
Temperatura	Tiempo	Efecto
400 °C	5 min	Pérdida de la superficie brillante y decoloración gris negruzca de la restauración y contracción marginal.
400 °C	15 min	Decoloración gris carbón con superficie rugosa.
400 °C	30 min	Contracción y grietas en la restauración que dan lugar a márgenes sin contención.
1100 °C	15 min	Restauraciones que no están soportadas por los dientes, lo que da como resultado una restauración separada. Restauración fracturada.
Efecto de diferentes temperaturas y tiempos en dientes restaurados con coronas de metal Ni-Cr		
Temperatura	Tiempo	Efecto
400 °C	5 min	Poca pérdida de esmalte.
400 °C	15 min	Pérdida de brillo y desintegración claramente perceptible del cemento de cementación, lo que resulta en la pérdida del sellado marginal en el área cervical.
400 °C	30 min	Superficie ennegrecida, brillante y lustrosa. La corona podría estar desplazada.





1100 °C	15 min	Superficie rugosa y arrugada y núcleo descompuesto que da lugar a una corona desprendida.
Efecto de diferentes temperaturas y tiempos sobre dientes restaurados con corona cerámica		
Temperatura	Tiempo	Efecto
400 °C	5 min	Pérdida de continuidad representada por márgenes no restringidos de la corona con dientes. Aflojamiento de la corona sin grandes cambios en el color o la textura.
400 °C	15 min	No se han producido muchos cambios en la cerámica adecuada. Márgenes poco definidos que provocan el desplazamiento de la corona.
400 °C	30 min	Superficie picada con ligera decoloración. Núcleo arrugado fácilmente observable que provoca el desplazamiento de la corona.
1100 °C	15 min	Cerámica desbordada con pérdida de morfología, cambios en la textura del esmalte hasta un patrón irregular y con parches. A veces, el núcleo se agota, lo que da como resultado una corona desplazada o exfoliada.

Nota. El presente estudio observó los distintos efectos que puede producir una alta temperatura en relación con los grados centígrados, esto sobre una muestra dental y mandibular, así como en diferentes restauraciones dentales para poder determinar una identificación forense, tomado de Patidar et al. (2010).

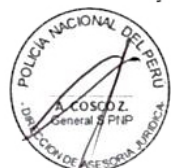
(e) Variabilidad dental

La dentición de un adulto humano está conformada por incisivos, caninos, premolares y molares, los cuales presentan variaciones en forma, tamaño y en los espacios interdentes entre distintos individuos. Cada persona posee una disposición única de estas piezas dentarias en su cavidad bucal, lo que constituye un rasgo individualizante relevante para la identificación forense. Además, cada diente exhibe un conjunto de características específicas, conocidas como características de clase, que resultan fundamentales para su identificación. Otros elementos que contribuyen al proceso identificativo incluyen la presencia de patologías dentales, restauraciones y anomalías estructurales o de desarrollo. A partir del análisis dental, también es posible inferir datos relevantes sobre la edad, el sexo, la ascendencia biológica (raza o etnia), la ocupación e incluso los hábitos personales del individuo, lo que convierte a la dentición en una herramienta valiosa dentro del campo de la odontología forense (Krishan et al., 2019).

(2) Anomalías dentales

La variabilidad en la morfología dental ha despertado el interés tanto de antropólogos dentales como de odontólogos forenses, debido a su utilidad en la clasificación de poblaciones humanas y en la identificación individual en contextos forenses. Las anomalías y variaciones dentales comprenden alteraciones en el tamaño, número, forma y erupción de los dientes, todas ellas con potencial valor identificatorio. Entre las alteraciones de tamaño se encuentran la microdoncia (dientes de menor tamaño del habitual) y la macrodoncia (dientes de mayor tamaño de lo normal). En cuanto al número, se observan casos de anodoncia (ausencia congénita de uno o más dientes) y polidoncia o hiperdoncia (presencia de dientes supernumerarios).

Las anomalías en la erupción incluyen dientes impactados, que no emergen y permanecen dentro del hueso maxilar y la erupción ectópica, en la que un diente erupciona fuera de su posición normal, a menudo debido a obstáculos físicos o tratamientos ortodónticos mal planificados. Las variaciones en la forma dental abarcan casos como la dilaceración y la flexión, que implican curvaturas pronunciadas en el eje longitudinal del diente; el taurodontismo, caracterizado por una cámara pulpar alargada y raíces acortadas; y la presencia de cúspides supernumerarias, como la cúspide de Carabelli (Nowak, 2008)



Por otro lado, pueden encontrarse variaciones en el número de raíces, lo que añade un elemento distintivo al perfil dental de un individuo. Estas características dentales constituyen marcadores únicos que pueden ser comparados entre registros ante mortem y evidencia post mortem, contribuyendo significativamente a una identificación positiva. Al igual que las huellas dactilares o el perfil de ADN, la singularidad de las anomalías dentales permite establecer la identidad del fallecido con un alto grado de certeza en el contexto de investigaciones forenses (Krishan et al., 2019).

Figura 762

Anomalías dentales en dientes deciduos: 2A. Anomalías de piezas dentarias deciduas dientes cónicos, 2B. Microdoncia generalizada, 2C. Macrodoncia localizada



Nota. En la figura 2A, se observa que se pueden presentar anomalías en dientes deciduos como dientes cónicos, figura 2B microdoncia y figura 2C macrodoncia, tomado de Nowak (2019).

(3) Manifestaciones orales por agentes químicos y físicos

El uso de medicamentos y drogas puede dar lugar a interacciones adversas que afectan la salud bucal, como la xerostomía o sequedad bucal, que puede presentarse por acción de medicamentos como antidepresivos y opioides. Los anticonvulsivos como la fenitoína, los bloqueadores de canales de calcio como la nifedipina, y las ciclosporinas pueden generar crecimiento gingival. La agranulocitosis puede ser una reacción a fármacos como los antipsicóticos y antitiroideos, manifestándose con síntomas orales como gingivoperiodontitis necrosante y estomatitis ulcerosa. La quimioterapia, utilizada para tratar diversos tipos de cáncer, puede generar alteraciones como xerostomía, mucositis ulcerosa y agranulocitosis, aumentando el riesgo de infecciones y hemorragias gingivales.

Por otro lado, el uso de drogas recreativas puede dañar los tejidos orales. La marihuana está asociada con lesiones térmicas y su humo contiene más carcinógenos, pudiendo aumentar el riesgo de carcinoma. La cocaína provoca irritación severa de las membranas mucosas y puede inducir gingivitis hemorrágica, destrucción ósea alveolar al aplicarse en las encías, además de estar relacionada con bruxismo, erosión dental y problemas en la articulación temporomandibular. En resumen, los fármacos y medicamentos tienen un impacto significativo en la salud periodontal, desde efectos menores como la hiperpigmentación hasta condiciones patológicas más graves. (Rees, 2000).

(a) Manifestaciones en los dientes:

El proceso de formación del esmalte dental, conocido como amelogenesis, está regulado de manera compleja a nivel molecular, aunque puede verse influenciado por diversos factores ambientales, como la fiebre, infecciones y traumas. La hipoplasia o hipomineralización del esmalte puede manifestarse de forma generalizada o localizada, dependiendo de la duración e intensidad de los factores estresantes. Los estresores de corta duración, como un episodio febril, suelen provocar defectos localizados, mientras que los estresores crónicos suelen estar vinculados a problemas más generales, como la



fluorosis. Las manchas intrínsecas en los dientes pueden deberse a pigmentos en la sangre, a la administración de medicamentos o a ciertas enfermedades hipoplásicas e hipocalcificadas.

Entre las condiciones que pueden causar pigmentaciones se encuentran la porfiria congénita y la atresia biliar, que pueden ocasionar la aparición de dientes de color verde. La administración de antibióticos, particularmente las tetraciclinas, está relacionada con la tinción intrínseca de los dientes. La tetraciclina puede unirse a la dentina y al esmalte, formando complejos que, al exponerse a la luz ultravioleta, generan pigmentaciones. Por lo tanto, es fundamental evitar su uso durante el período de desarrollo dental, que va desde la gestación hasta los ocho años, ya que en este lapso las manchas pueden aparecer con mayor frecuencia. Las enfermedades bucales en personas con adicción a sustancias suelen generar problemas importantes de salud oral. Drogas como la metanfetamina, heroína y cocaína pueden producir efectos como múltiples lesiones de caries dental. (Rees, 2000).

iii) Identificación de cadáveres NN

La identificación de cadáveres se realiza por medio de la comparación de datos y registros conocidos de una persona desaparecida (ante mortem) con los datos obtenidos de un cadáver (post mortem), cualquiera sea su estado, reciente, descuartizado, putrefacto, con fenómenos preservadores, carbonizados o en restos óseos, durante la inspección del lugar de los hechos y la necropsia. El grado de concordancia define distintos rangos de certeza, según las técnicas utilizadas, lo cual depende, a su vez, de la disponibilidad, calidad y confiabilidad del conjunto de datos y elementos obtenidos tanto del desaparecido como del cadáver. La finalidad de identificar a un cadáver se puede explicar en dos ámbitos:

(1) Ámbito civil

Confirmar la identidad de las personas fallecidas fue un paso esencial para llevar a cabo los procedimientos de inhumación o cremación, así como para la emisión del certificado de defunción.

(2) Ámbito penal

En casos de muertes violentas, tales como homicidios, suicidios, accidentes o muertes sospechosas, se llevó a cabo una investigación con el fin de determinar la posible responsabilidad y obtener la sanción penal correspondiente. La identificación forense, comprende una serie de elementos distintivos e incluye la odontología forense como un componente fundamental de dicho proceso (Soto, 2024).

iv) Identificación odontológica:

La odontología forense ofrece métodos precisos para la identificación de personas, basados en el análisis de las características clínicas y radiológicas del sistema estomatognático. Este proceso toma en cuenta la evolución natural de los tejidos que lo integran, los cambios derivados de lesiones o enfermedades, el desgaste funcional y los tratamientos odontológicos realizados. Para lograr una identificación completa, al igual que en otras disciplinas forenses, es necesario contextualizar los hallazgos con la información obtenida durante la investigación del caso (Soto, 2024).





v) Proceso de identificación odontológica

Se desarrolla en una primera fase, segunda fase, tercera fase y cuarta fase en la cual se debe realizar una conclusión (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Colombia, 2009).

(1) Primera fase:

(a) Observación:

Consiste en un proceso exploratorio basado en las percepciones sensoriales, donde se destacan aquellas señales particulares, también denominadas características individualizantes o rasgos distintivos, que permiten identificar a una persona. Esta observación es cuidadosamente seleccionada e interpretada, con el objetivo de abrir espacio para el desarrollo de una hipótesis en la investigación.

(b) Descripción:

Siguiendo los principios de la criminalística para la conservación de la evidencia, detalla y registra minuciosamente todas las características que permiten identificar y clasificar, tales como la oclusión, los diastemas, la atrición, los tratamientos dentales, las prótesis, así como los antecedentes de lesiones, condiciones patológicas y características relacionadas con la ocupación.

(2) Segunda fase:

(a) Fijación:

En esta fase se van a describir y documentar todas y cada una de las características individualizantes y de clase, como son la oclusión, diastemas, atrición, tratamientos odontológicos, prótesis, antecedentes traumáticos, patológicos y ocupacionales.

(3) Tercera Fase:

(a) Confrontación:

En el análisis forense de homologación se observan coincidencias absolutas y relativas, así como discrepancias absolutas y relativas. Estas diferencias y concordancias fueron discutidas científicamente para determinar si era posible confirmar la identificación positiva o posible del individuo.

(b) Concordancias absolutas:

Son los puntos específicos y únicos que permiten una identificación clara y segura, basándose en características morfológicas, tratamientos previos o lesiones anatómicas, respaldados por documentos como el odontograma, la historia clínica, radiografías periapicales, panorámicas o cualquier técnica extraoral que permiten concluir de forma definitiva que las características son idénticas.

(c) Concordancias relativas:

Corresponden a aquellos puntos que no coincidieron al 100%, pero que, tomando en cuenta la evolución social, laboral, estigmas profesionales, hábitos y condiciones patológicas, y la historia clínica odontológica reflejaron tratamientos más avanzados, sin presentar discrepancias significativas respecto a lo registrado inicialmente.



(d) Discrepancias absolutas:

Se presentan cuando existe una contradicción total y evidente entre los datos post mortem y los ante mortem, sin margen de duda.

(e) Discrepancias relativas:

Ocurren cuando, debido a un error en la historia clínica, se registraron características de un individuo que no coincidieron por completo (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2009).

(4) Cuarta fase:

(a) Conclusión de la Identidad:

Esta es la etapa final del proceso, en la que se emite un juicio basado en un análisis minucioso de todo el material estudiado. El resultado de dicho juicio se clasifica como identificación positiva, identificación probable, por exclusión o evidencia insuficiente. Para lograr una conclusión de identificación positiva, se fundamenta en características individuales claras y específicas, que permiten una identificación definitiva y segura, siguiendo los principios del método científico.

vi) Autopsia oral

La autopsia oral registra el estado y las características morfológicas de las estructuras dentales, los tejidos periodontales, los tejidos blandos, la oclusión y, en términos generales, de todas las estructuras que componen el sistema estomatognático, junto con otras evidencias relacionadas. La autopsia bucal es un proceso forense realizado por un odontólogo con el fin de documentar y preservar las evidencias físicas y los signos de lesiones en el sistema estomatognático de un cadáver, cuando resulte necesario. Esto ocurre en casos donde el cadáver no está completamente identificado o reconocido, o cuando se encuentran indicios de delitos específicos relacionados con esa zona, según el contexto de la investigación (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2009).

(1) Objetivos de la autopsia oral:

Dentro del propósito que tiene la autopsia oral se puede determinar los siguientes puntos: (a) realizar una identificación positiva del individuo, (b) establecer una estimación aproximada de la edad biológica, (c) registrar y documentar la existencia (o ausencia) de lesiones o signos de violencia en el sistema estomatognático, así como establecer una posible secuencia de los hechos. Esto incluye determinar si las lesiones fueron causadas antes o después del fallecimiento, o si ya estaban en algún proceso de curación cuando ocurrió la muerte, (d) recolectar y conservar muestras y evidencias físicas que puedan ser útiles para el análisis en la investigación posterior, (e) registrar las características morfológicas de las estructuras dentales, los tratamientos odontológicos realizados y otras particularidades relevantes (f) aportar elementos para orientar el proceso de identificación, especialmente cuando no sea posible hacerlo mediante cotejo odontológico o dactiloscópico, y se necesiten procedimientos más complejos y costosos, como el análisis de ADN (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2009).

(2) Procedimiento de la autopsia oral

Para el desarrollo de la autopsia oral, se debe contar con un lugar apropiado para el examen, asegurando una adecuada iluminación. Siempre que sea posible, se recomienda realizar la





autopsia oral de manera colaborativa (a cuatro manos), es decir, que dos odontólogos lleven a cabo el examen en momentos distintos, dejando un intervalo de varios minutos entre cada uno (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2009).

(3) Fases de la autopsia oral

(a) Estudio Externo

La inspección externa se enfoca en observar el estado de los labios, tanto en su parte cutánea como en la mucosa. Se realizan fotografías desde el frente y el perfil antes de proceder con la extracción de los maxilares.

(b) Estudio interno

Si la rigidez cadavérica lo permite, se procede a abrir la boca lo más que se pueda para examinar su interior.

- (i) Se observa el aspecto y color de las encías, la cavidad bucal, la faringe y los órganos adyacentes. Se revisan las marcas particulares y se analizan posibles manchas, si existen. También se comprueba si hay prótesis, cuerpos extraños u otros elementos.
- (ii) Se realiza un análisis general del estado de los dientes.
- (iii) Se detallan las posibles lesiones, como mordeduras, entre otras.
- (iv) Por último, se examina la movilidad de los maxilares para identificar fracturas o cualquier otra anomalía.

(4) Técnicas de incisión cervical y facial

En algunos casos, la rigidez cadavérica o la carbonización de los tejidos puede dificultar el acceso a la cavidad bucal y a sus componentes, por lo que se hace necesaria la aplicación de técnicas específicas de apertura o vías de acceso. Según los requerimientos de cada análisis, el odontólogo forense puede realizar el examen directamente en el cadáver o, de ser necesario, proceder al retiro de los maxilares para su evaluación externa.

En todos los casos, el profesional debe registrar de forma detallada las condiciones iniciales y cada uno de los pasos empleados en la técnica seleccionada; existen diversos métodos para acceder a la cavidad bucal, los cuales pueden incluir incisiones faciales o cervicales. Estas técnicas se aplican sobre cadáveres íntegros, en estado de putrefacción o carbonización, considerando en algunos casos la necesidad de preservar la estética del cuerpo, en atención a que este será posteriormente entregado a los familiares.

(a) Técnica de Keiser-Nielsen

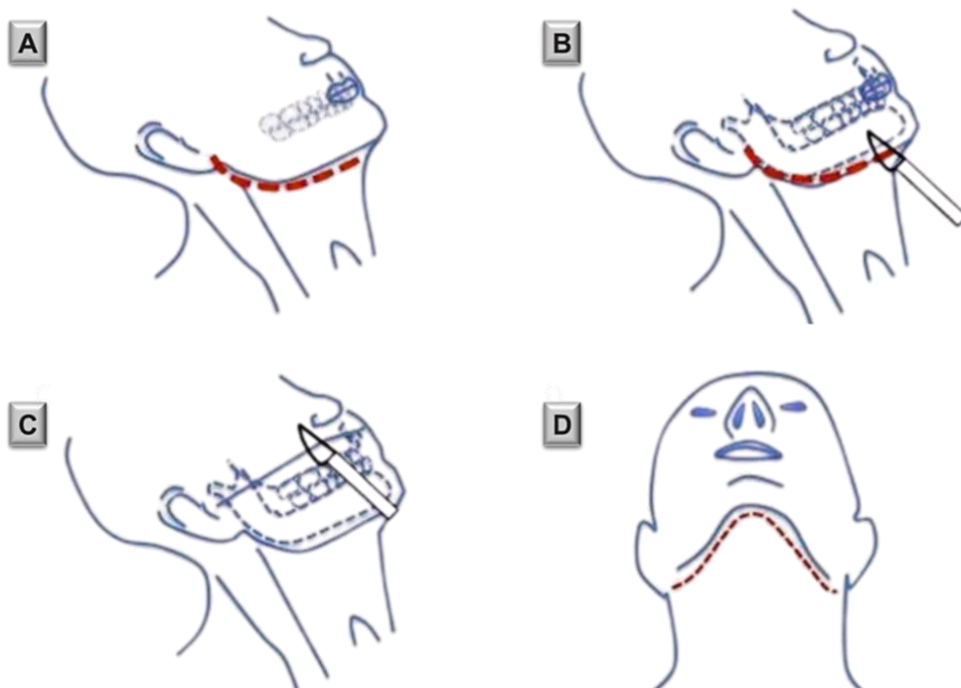
La técnica inframandibular, descrita por Keiser-Nielsen en 1963, consiste en realizar una incisión en forma de herradura, a 2 o 3 centímetros por debajo de la base de la mandíbula, siguiendo el contorno de la rama ascendente. Posteriormente, se practica una segunda incisión a lo largo de la superficie externa del cuerpo mandibular, hasta alcanzar la base del vestíbulo inferior, seccionando la inserción inferior del músculo masetero y las ramas mandibulares, lo que permite la desarticulación de la articulación temporomandibular, adelante ATM (Curi, 2019).



Asimismo, se efectúa una incisión interna en forma de herradura a lo largo del borde inferior de la mandíbula, extendiéndose hasta el suelo de la boca, de modo que se aísla completamente. Para la separación del maxilar superior, se ejecuta un corte horizontal con sierra y cincel, iniciando por encima de la espina nasal anterior y ascendiendo levemente hacia el final del trayecto, con el objetivo de evitar daño a las raíces de los molares (Curi, 2019).

Figura 763

Técnica de Keiser-Nielsen



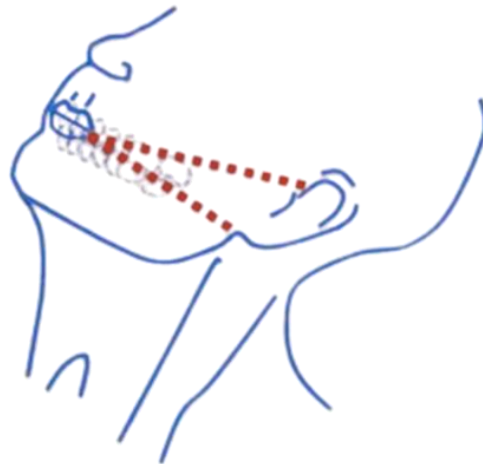
Nota. Técnicas y vías de acceso con la finalidad de identificación humana, siendo que en la vista (A y B) se practica la incisión en forma de herradura por debajo de la base de la mandíbula, la figura (C) una segunda incisión a lo largo de la de la superficie ósea externa del cuerpo de la mandíbula y (D), se realiza otra incisión en herradura de forma interna, siguiendo el borde inferior de la mandíbula hasta el piso de boca, tomado de Curi (2019).

(b) **Técnica de Luntz y Luntz**

La técnica propuesta por Luntz y Luntz (1973) emplea una incisión en forma de "V" invertida (<), que se puede realizar en ambas mejillas, con la abertura dirigida hacia la parte posterior, comenzando en la comisura labial. Tras la extracción de los tejidos blandos, se cortan las ramas ascendentes de la mandíbula, desarticulando la articulación temporomandibular (ATM) y aislándola por completo. Además, se puede aislar el maxilar mediante un corte horizontal. No obstante, las incisiones en las mejillas dificultan ocultar el procedimiento estéticamente, lo que puede ser un problema al momento de entregar el cuerpo a la familia (Curi, 2019).



Figura 764
Técnica Luntz y Luntz

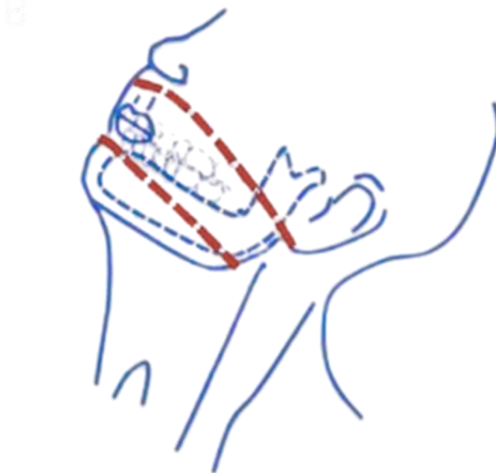


Nota. Tomado de Curi (2019).

(c) *Técnica de Morlang*

La técnica de Morlang de 1982 implica hacer dos incisiones paralelas, una por encima de los labios y otra por debajo. Al profundizar la incisión inferior, se logra aislar la mandíbula. Debido a las incisiones realizadas tanto sobre y debajo de los labios, como en las mejillas, este procedimiento también es complicado de ocultar (Curi, 2019).

Figura 765
Técnica de Morlang



Nota. Se observa dos incisiones paralelas, una por encima y otra por debajo de los labios, al profundizar la incisión inferior, se puede aislar la mandíbula, tomado de Curi J., (2019).

(d) *Técnica de Correa Ramírez*

La técnica de Correa Ramírez, de 1990, es una técnica utilizada en cadáveres carbonizados que implica dos incisiones bilaterales lineales entre la comisura labial y el trago auricular. Se reflejan los tejidos blandos con ayuda de separadores, dejando expuesta toda la mandíbula y el maxilar (Curi, 2019).



vii) Métodos de identificación

(1) Odontograma:

El odontograma se define como una representación gráfica que forma parte de la historia clínica odontológica, constituyéndose en un documento médico-legal, también conocido como ficha odontológica, carta dental o ficha de identificación odontológica. Permite recolectar información sobre las particularidades de las piezas dentales halladas en la cavidad bucal, así como registrar características individuales de los dientes y maxilares, tales como morfología, anatomía, patologías, anomalías, procedimientos terapéuticos y tratamientos, entre otras características de origen odontoestomatológico. Se constituye en un elemento de prueba diferenciada para ser utilizado en la identificación humana (Becerra, 2016).

La importancia del odontograma radica en que constituye una herramienta mediante la cual se diagnostica y se elabora un plan de tratamiento odontológico. No obstante, su mayor relevancia se evidencia en los casos de identificación de cadáveres, cuando no se dispone de otros medios para establecer la identidad. Por ello, el registro del odontograma de cada persona permite a las autoridades y profesionales competentes emplear esta herramienta para una identificación positiva. Asimismo, el odontograma demuestra su eficacia en los procesos de homologación, al representar una copia fiel de la cavidad bucal del paciente. Por tanto, resulta necesario que el registro de la ficha odontológica (odontograma) sea de cumplimiento obligatorio (Kousen, 2016).

(a) Homologación odontológica:

Homologar o contrastar consiste en poner en relación de igualdad determinadas características de una prueba ante mortem con una post- mortem. Estas pueden estar representadas por fichas odontológicas (odontogramas), modelos de estudio, prótesis dentales, huellas de mordedura, huellas labiales, registros fotográficos, radiografías, entre otras singularidades que permiten establecer una comparación o cotejo, con la finalidad de desarrollar una homologación y lograr, con ello, una posible identificación positiva (Candia, 2013).

(b) Norma técnica de salud para uso del odontograma:

La presente norma técnica tiene por finalidad disponer de información estandarizada, constituyéndose en un instrumento técnico-legal con el propósito de coadyuvar en la salud integral de las personas. Está diseñada específicamente para el registro de la ficha odontológica, utilizando sus reglas, gráficos, nomenclaturas, observaciones y fundamentos teóricos. Mediante la Resolución Ministerial N°559-2022/MINSA del 26 de julio de 2022, en su Artículo 1, se aprueba la Norma Técnica N.°188-MINSA/DGIESP-2022, Norma Técnica de Salud para el uso del Odontograma. De esta manera, la norma tiene como objetivo mejorar el uso del odontograma en las unidades productoras de servicios donde se cuente con un cirujano dentista en actividad (Ministerio de Salud, 2022).



Figura 766
Odontograma

FECHA: _____

ODONTOGRAMA

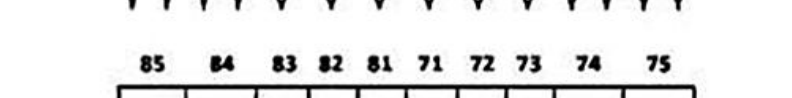
18171615141312112122232425262728



55545352516162636465



85848382817172737475



48474645444342413132333435363738



Especificaciones: _____

Observaciones: _____

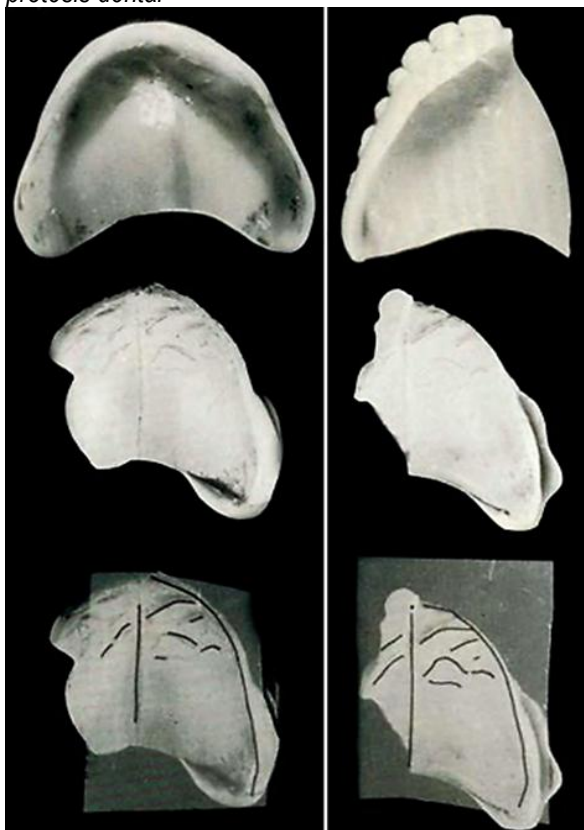
Nota. Imagen que representa el odontograma, en el cual se registra las características y patologías dentales, tomado de Ministerio de Salud (2022).

(2) Rugoscopia:

La rugoscopia es una técnica de identificación odontológica usada en la criminalística, encargada de estudiar, clasificar y registrar las rugosidades palatinas con la finalidad de ser utilizada en casos de identificación en donde no se pueda utilizar otros métodos convencionales. Las rugas palatinas son propias e inalterables y permiten comparar datos ante mortem para determinar la identificación en cadáveres que se encuentren sometidos a procesos de destrucción generalizada; una vez desarrollados, permanecen estables a lo largo de toda la vida hasta la muerte, ya que al estar resguardadas por otras estructuras anatómicas se hacen más resistentes a factores físicos o químicos. Es una técnica de identificación que tiene el propósito de ser utilizada en casos donde no sea posible la utilización de los métodos más comunes (Fonseca, 2014).

Figura 767

Identificación a través de rugas palatinas por medio de prótesis dental



Nota. Identificación por cotejo ante mortem - post mortem con ayuda de rugas palatinas revenidas de prótesis maxilares. Columna de la izquierda: Procedimientos sobre prótesis maxilar provista por los familiares de la víctima. Columna de la derecha: Procedimientos sobre prótesis maxilar obtenida de boca de la víctima. Arriba: prótesis; Centro: Escayolas (modelo de yeso); Abajo: Transparencia de cotejo, tomado de Fonseca (2014).

(a) Anatomía de las papilas palatinas:

Las rugas palatinas se forman alrededor de la 12ª y 14ª semana de vida intrauterina, a partir del tejido conectivo, denso que cubre el hueso. Se pueden describir de la siguiente manera: (a) papila incisiva, carúncula o tubérculo palatino, esta se ubica entre los incisivos centrales



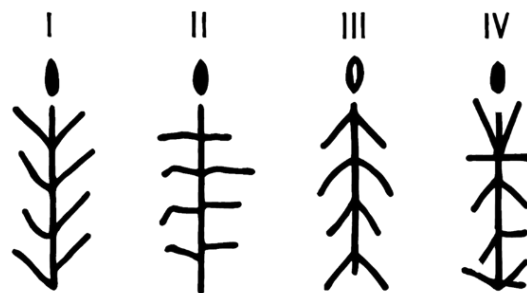
y se corresponde con el conducto palatino anterior por el que salen nervios y vasos nasos palatinos, prolongándose en algunas oportunidades hasta el frenillo del labio superior en 2 partes, (b) rafe palatino que parte de la papila incisiva y recubre la sutura de los huesos palatinos, dividiendo el paladar en dos partes, (c) papilas palatinas laterales anteriores, estas se sitúan transversalmente a la derecha e izquierda del rafe medio, entre la papila incisiva y el canino, (d) papilas palatinas laterales posteriores, estas no son simétricas (Matute, 2015).

(b) Orientación de las rugas palatinas:

Según Carrea, la disposición de las rugas con respecto al plano de la papila incisiva y el rafe medio del paladar, el rugograma se puede dividir en 4 tipos; siendo el TIPO I: de dirección mesial – postero anterior; el TIPO II: de dirección lateral – perpendiculares al rafe medio; el TIPO III: de dirección distal – antero posterior; y el TIPO IV: de dirección variada (Briem, 2012).

Figura 768

Los cuatro tipos fundamentales de Carrea



Nota. Esta imagen describe los cuatro tipos fundamentales de Carrea, siendo I: mesiales; II: laterales; III: distales y IV: variadas, tomada de Briem (2012).

(c) Principios:

Como elemento de identificación, las rugas palatinas poseen los siguientes principios o características: (a) individualidad, debido a que las rugas palatinas son absolutamente diferentes en una persona y en otra. (b) inmutabilidad, ya que Las rugas o crestas de las bóvedas palatinas no se modifican; es decir, biológicamente no experimentan ningún cambio en su forma, disposición ni son absolutamente diferentes en una persona y en otra. (c) invariabilidad, debido a que no cambian de forma ni aumentan en número, y (d) perennidad: Desde su origen, la forma y distribución de las rugas palatinas permanecen a lo largo de toda la vida del individuo; es decir, no desaparecen (Matute, 2015; Mendoza, 2014).

(d) Clasificación:

Para clasificar las rugas palatinas se toma en cuenta el rafe medio, así como las rugas palatinas per se. Las rugas palatinas se clasifican y dividen según su longitud (largas y cortas), según su grosor (gruesas, finas, medianas y mixtas), según sus bordes (regulares e irregulares), según su disposición (simple, bifurcada y trifurcada) y según su tamaño (pequeñas, medianas y grandes). Con respecto a la orientación al plano de la papila incisiva



y el rafe medio, según Carrea se dividen en cuatro tipos: tipo I, dirección mesial; tipo II, dirección lateral; tipo III, dirección distal; y tipo IV, dirección variada (Briem, 2012).

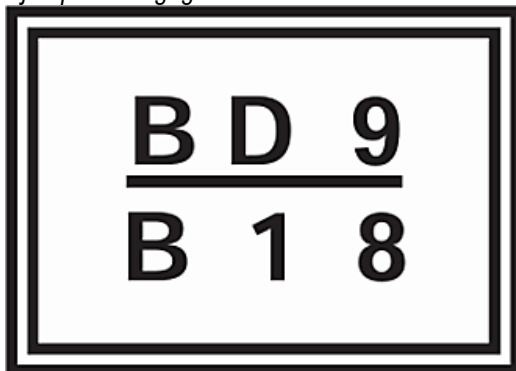
(e) Clasificaciones más empleadas y confiables en la literatura sobre rugoscopia:

En el año 1924 el odontólogo guatemalteco Armando López de León escribe su obra *Odontología Criminal* y crea la primera forma de registro de estas rugosidades, llamada *Rugograma*. Este autor distingue cuatro grupos de temperamentos entre los individuos, que pueden diferenciarse mediante la forma y disposición de sus rugas palatinas, debido a la fuerte influencia de las escuelas tipológicas en esa época (Campohermoso, y Campohermoso, 2020).

López de León clasifica las rugas palatinas en cuatro temperamentos: biliosos, nerviosos, sanguíneos y linfáticos. En otra clasificación, las divide en dos categorías: simples y compuestas. A su vez, las simples pueden ser rectas, curvas, onduladas, con ángulos o vértices, o circulares, mientras que las compuestas se forman por dos o más simples. A la izquierda de las iniciales (que indican el lado donde se ubican las rugas: derecho e izquierdo) se coloca la inicial del temperamento, y a la derecha una cifra que indica la cantidad de rugas en cada lado. Hoy, esta clasificación solo tiene importancia histórica (Campohermoso, 2020).

Figura 769

Ejemplo de rugograma



Nota. Descripción de las rugas palatinas en temperamentos, se comienza con la inicial del temperamento y a la derecha una cifra indicando la cantidad de rugas en cada lado, tomado de Campohermoso (2020).

Según Da Silva (1934): el primer trabajo de identificación odontolegal, propuesto por el Dr. Da Silva en Río de Janeiro, se basa en los mismos conceptos de López de León y clasifica las rugas palatinas en simples y compuestas, además de asignarles un número de identificación. Ejemplo: Si en el lado derecho hay 2 rugas rectas, 1 curva, 0 angulosas, 1 circular, 3 onduladas y 0 puntos, su representación sería: 2 1 0 1 3 0. Lo mismo se hace para el lado izquierdo, y posteriormente se obtiene una fórmula final que resulta de la suma total de ambos lados (Campohermoso, 2020).

Según Trobo (1954): clasifica las rugas palatinas en tres categorías: simples, compuestas y polimorfas, representadas con letras mayúsculas. En su modelo de estudio trazó una retícula que divide el paladar en cuatro zonas (una línea media y otra perpendicular). Dentro de estos sectores se identifican diferentes tipos de rugosidades, tanto por su morfología



como por su distancia al rafe medio. Esta clasificación distingue las rugas simples, representadas con letras mayúsculas: punto (A), recta (B), curva (C), ángulo (D), sinuosa (E), círculo (F); las compuestas, que resultan de la unión de más de una simple, se representan con la letra X; y las derivadas de las principales se anotan con minúsculas: a, b, c, d, e, f, x (Campohermoso, 2020).

Según Basauri (1961): otro método desarrollado a partir de fotografías de modelos no retocados ni coloreados fue elaborado por el peruano Basauri, quien diseñó una ficha archivo denominada «ruga palatina», dividida en 10 casilleros, cada uno destinado a dibujar la ruga correspondiente. Basauri clasificó las rugas en dos grupos: simples y compuestas, cada una con su respectivo valor. En las simples se encuentran: punto (0), recta (1), curva (2), ángulo (3), sinuosa (4) y círculo (5); y en las compuestas: “y” griega (6), cáliz (7), raqueta (8) y rama (9). Cada nombre describe una característica particular de cada ruga (Campohermoso, 2020).

Tabla 77

Clasificación del método de Basauri sobre las rugas palatinas

Forma	Clasificación	Valor
Simple	Punto	0
Simple	Recto	1
Simple	Curva	2
Simple	Ángulo	3
Simple	Sinuosa	4
Simple	Círculo	5
Compuesta	Ye	6
Compuesta	Cáliz	7
Compuesta	Raqueta	8
Compuesta	Rama	9

Nota. Diez clasificaciones de las rugas palatinas de acuerdo a la metodología de Basauri, indicado forma, clasificación y el valor de cada una de las rugas palatinas, tomado de Guevara et al. (2022).

(3) Queiloscopía

Etimológicamente, la palabra queiloscopía proviene de dos voces griegas cheilos, que significa labio y skopein que significa observar. La queiloscopía es una rama de la lofoscopia y se define como la ciencia encargada de la observación y el estudio de las líneas o surcos labiales y las huellas que estas dejan. Estas huellas son individuales excepto en gemelos univitelinos y se componen de líneas, fisuras y combinaciones de ambas, las cuales son específicas, inmutables, perennes y clasificables. La variabilidad de las huellas labiales hace que este método sea confiable e indubitable para establecer la identificación de una persona (Fonseca, 2014).

Los diversos tipos de huellas labiales las hacen únicas para cada individuo, siendo una alternativa más y de gran importancia en el caso de identificación de personas edéntulas (ausencia de dientes), a quienes el método del odontograma no es posible aplicar (Haarkóttér, 2019).



Los fundamentos de la Queiloscopía son similares a los de la dactiloscopia. Las características de los surcos labiales sustentan la aplicación de la Queiloscopía como método de identificación humana, debido a que son únicos (excepto en gemelos monocigóticos), permanentes, aunque algunos autores señalan que pueden sufrir modificaciones con la edad, invariables (no cambian a lo largo de la vida, a pesar de ciertas enfermedades) y clasificables, aunque no existe una clasificación única y generalizada. Estudios han demostrado que estos surcos se recuperan tras sufrir alteraciones como traumas, inflamaciones y enfermedades como el herpes. Asimismo, los surcos labiales pueden estar influenciados por factores hereditarios. El mejor rango de edad para realizar el cotejo de un queilograma es entre los 21 y 40 años (Haarkóttér, 2019). Como ocurre con muchos descubrimientos en criminalística, pasó mucho tiempo desde que los surcos labiales fueron descritos hasta que se investigó su utilidad práctica, y aún más para que fueran aceptados en la comunidad científica y en tribunales para su aplicación en casos criminales (Negre, 2004).

Figura 770

Identificación de patrones labiales



Nota. Imágenes clínicas con sus respectivas huellas labiales

La historia de la queiloscopía se inicia con R. Fisher en 1902 quien descubrió los surcos labiales, luego Diou en 1930 estudió los dibujos labiales, posteriormente en 1932, Edmond Locard recomendó su uso para la identificación, asimismo, Lemoyne Snyder, en 1950 se usaron los surcos labiales en un caso. En 1960 Martin Santos diseñó un sistema simple de clasificación de las características labiales. También Tsuchihashi y Suzuki en el año 1971 descubrieron que los surcos labiales son diferentes en cada individuo. Renaud en 1972 estudió unas 4000 huellas labiales, no encontró dos iguales a excepción de las huellas de gemelos





monocigóticos, que tenían el dibujo y la localización de los surcos exactamente iguales. De tal manera Tsuchihashi en 1974 analizó 1364 huellas de japoneses de edades entre los seis y sesenta años y una muestra de 49 parejas de gemelos univitelinos y obteniendo el mismo resultado que Renaud. La principal conclusión a la que llegaron es que el dibujo se recupera de una patología labial como el herpes.

Sin embargo, Rubio y Villalaín en 1980 siguiendo el método propuesto por Domínguez. Se conoce que Romero y Capilla, estudiaron huellas de 239 hombres y 103 mujeres, en la Escuela de Medicina Legal no encontraron diferencias significativas en función del sexo, edad y raza. Entre los años 1985 y 1997, las técnicas queiloscópicas se usaron en 85 casos (robos, homicidios, robo con violencia), resultando positivo en muchos de estos casos. Finalmente, de 2000 a 2010 en la India se realizaron diversos estudios de las huellas labiales en relación al sexo, a su estabilidad y de las variaciones morfológicas (Negre, 2004).

(a) Principios

Se dan en tres clasificaciones: “Únicas”: No existen dos personas que presenten el mismo dibujo en la mucosa de los labios. Luego están las “Permanentes”: Desde su formación, entre el cuarto y quinto mes de vida intrauterina, el dibujo labial permanece a lo largo de toda la vida del individuo, es decir, no desaparece. Aunque los labios pueden sufrir patologías, como el herpes, estos recuperan sus características originales, por lo que son inmutables e inmodificables (Negre, 2004).

(b) Clasificación

(i) Clasificación de Santos

En 1966, Martín Santos clasifica las huellas labiales en dibujos labiales simples o compuestos. Los dibujos simples pueden ser líneas rectas, curvas, angulares o sinusoidales. Los dibujos compuestos son líneas con dos brazos, tres brazos o formas no ordinarias (Negre, 2004).

(ii) Clasificación de Suzuki y Tsuchihashi

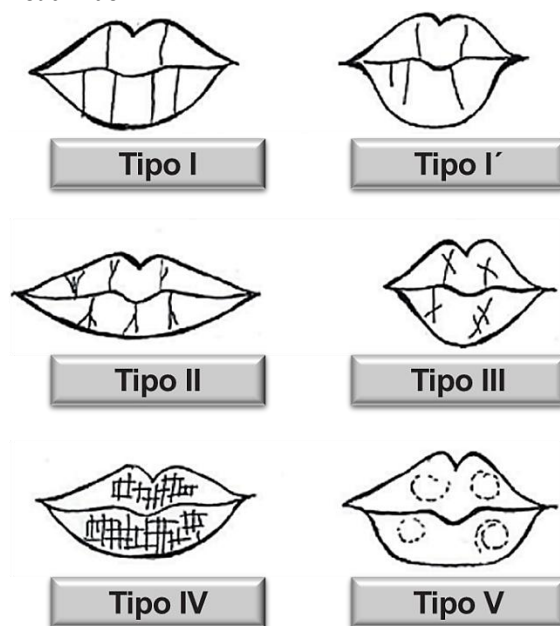
Entre 1968 y 1971, los científicos japoneses Suzuki y Tsuchihashi examinan a 1,364 personas en el Departamento de Medicina Forense Odontología de la Universidad de Tokio. Basados en su investigación, determinan que los surcos labiales son individuales y únicos para cada ser humano, y que es posible usar la disposición de estos surcos para la identificación humana. Además, estudian los principios hereditarios de los surcos labiales (Suzuki y Tsuchihashi, 1971).

Estos autores establecen seis diseños principales, basados en la disposición que adoptan los surcos en la cara mucosa de los labios.



Figura 771

Sistema de clasificación de surcos labiales de Suzuki y Tsuchihashi



Nota. La clasificación se basa en diferentes tipos de surcos, divididos en clases como (Tipo I) líneas verticales, (Tipo I') líneas parciales, (Tipo II) surcos ramificados, (Tipo III) surcos intersecados, (Tipo IV) surcos reticulares y (Tipo V) otros patrones, tomado de Suzuki y Tsuchihashi (1971).

(iii) Clasificación de Renaud

Este autor clasifica los surcos labiales en 10 tipos fundamentales, identificándolos con una letra en lugar de un número (Negre, 2004).

1. Para el labio superior: la ubicación (izquierdo o derecho) se escribe en mayúscula, mientras que el tipo de surcos se indica con letras minúsculas, según corresponda.
2. Para el labio inferior: la ubicación (izquierdo o derecho) se escribe en minúscula, y el tipo de surcos se representa con letras mayúsculas, según corresponda.

(4) Radiografías

Las radiografías dentales constituyen una herramienta fundamental para la práctica de la odontología forense, pues permiten identificar a personas fallecidas. Además, se utilizan para evaluar lesiones dentales y para determinar la edad en víctimas menores de edad y otras personas involucradas en diversos delitos (Negre, 2004).

viii) Categorías de identificación

Según la Junta Americana de Odontología Forense, se distinguen cuatro categorías de identificación humana (American Board of Forensic Odontology, 2017).

- (1) Identificación positiva: los registros ante mortem y post mortem coinciden con suficiente exactitud para afirmar que corresponden al mismo individuo. Además, no se observan discrepancias que no puedan resolverse.



- (2) Identificación posible: los datos ante mortem y post mortem muestran características consistentes; sin embargo, la calidad de los restos post mortem o de la evidencia ante mortem impide establecer una identificación positiva.
- (3) Evidencia insuficiente: los datos disponibles no son adecuados para fundamentar una conclusión.
- (4) Exclusión: los datos ante mortem y post mortem presentan claras contradicciones. Sin embargo, es relevante comprender que la identificación por exclusión es un procedimiento válido en condiciones específicas.

b) Estimación de edad odontológica

i) Concepto

(1) Edad clínica o biológica

Se refiere a la edad estimada de una persona mediante observaciones clínicas, basándose en características visibles y medibles. Para ello, se emplean métodos respaldados por estudios científicos que permiten aproximarse a la edad cronológica. Entre estas características visibles se incluyen el desarrollo psicomotor, el perímetro de la cabeza, el perímetro torácico, el crecimiento ponderal, la cronología de la aparición de los dientes y los caracteres sexuales secundarios, como el desarrollo mamario, el vello púbico y axilar, el crecimiento de los genitales externos y la menarquia (Tanner, 1989)

(2) Edad cronológica

También conocida como edad real, corresponde a la cantidad de años que una persona ha vivido, calculada de acuerdo con el calendario, sin considerar el tiempo transcurrido en el útero materno (Tanner, 1989).

(3) Edad dental

Es la edad estimada en función del desarrollo y las características dentales. Las personas presentan dos tipos de dentición: la temporal o primaria, que se desarrolla en los primeros años de vida (desde los 6 meses hasta los 2 años, cuando todos los dientes temporales han erupcionado), y la permanente, que comienza a aparecer entre los 5 y 6 años y continúa hasta los 12 o 13 años, exceptuando los terceros molares, que suelen erupcionar alrededor de los 18 años. Las radiografías dentales complementan el examen físico, permitiendo evaluar el grado de formación de las raíces dentales y detectar posibles anomalías en la erupción o posición de los dientes (Tanner, 1989).

La estimación de la edad es un procedimiento frecuente en procesos legales cuando no se puede verificar la fecha de nacimiento de los individuos, ya sea por falta de documentos de identidad, partidas de nacimiento o sospecha de falsificación. Este proceso es relevante en procesos judiciales que involucran a personas sin documentación, ya que alcanzar la mayoría de edad tiene diversas consecuencias legales en la mayoría de países (Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2023).

Los dientes son uno de los componentes del cuerpo más empleados para estimar la edad, debido a que la mineralización dental es menos susceptible a factores externos, como la genética o el entorno, en comparación con los huesos. En este sentido, las técnicas de imagen dental han supuesto un avance significativo, pues ofrecen a los especialistas una forma rápida y menos invasiva para evaluar el desarrollo dental, permitiendo una estimación más precisa de



la edad biológica. La estimación de la edad mediante radiografías dentales se basa en la observación de diversas características, tales como el desarrollo de los huesos maxilares, la aparición de los gérmenes dentarios, el grado de formación y erupción de las coronas, el nivel de reabsorción de los dientes temporales, la medición de los ápices abiertos en los dientes, el volumen de la cámara pulpar y los conductos radiculares, la formación de dentina secundaria fisiológica, la relación entre el diente y la pulpa, así como el desarrollo y la ubicación del tercer molar (Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2023).

ii) Erupción dental

La erupción dental es el proceso mediante el cual un diente en desarrollo se desplaza desde su posición inicial, no funcional dentro del hueso alveolar, hasta su ubicación final funcional en la cavidad oral. Es importante no confundir el término erupción con emergencia, que se refiere específicamente al momento en que una parte de la corona del diente se hace visible a través de la encía (Marks, 1995).

Se considera que el ligamento periodontal media los eventos supraóseos durante la erupción dental. En cambio, los eventos intraóseos, que implican cambios dentro del hueso, no están directamente regulados por el ligamento periodontal, sino que dependen principalmente de los mecanismos de remodelación ósea y de la formación de la vía eruptiva (Suri, 2004)

El proceso de erupción dental de los dientes temporales y permanentes inicia una vez que finaliza la calcificación de la corona y poco después de que comienza la calcificación de la raíz. Los retrasos en la erupción de los dientes permanentes pueden provocar problemas en su posición, así como la retención de los dientes temporales, lo que puede hacer que los dientes permanentes queden incluidos o desvíen su trayectoria para erupcionar. Por ello, es fundamental comprender el proceso de erupción de los dientes permanentes, donde un cambio en el orden de erupción puede indicar algún trastorno en el desarrollo normal. La cronología de la erupción dental no se desarrolla de forma precisa, ya que se ve afectada por múltiples factores, incluyendo la herencia, el sexo, el desarrollo esquelético, la edad de las raíces, la edad cronológica, las condiciones ambientales, la extracción prematura de dientes primarios, la raza y factores socioeconómicos. Aunque la erupción normal ocurre en un momento determinado correspondiente a la edad cronológica de la persona, es común encontrar en la práctica clínica variaciones en el tiempo de erupción (Concepción, 2013)

Los métodos de estimación de edad dental pueden evaluar la evolución dentaria o la involución dentaria. Evalúan la evolución dentaria en caso de estimar la edad en subadultos y la involución dentaria en casos de adultos; para lo cual se utilizan diferentes métodos y atlas.

iii) Métodos de estimación de edad dental

Se analiza la cronología de erupción de los dientes temporales y permanentes, junto con el desarrollo de las raíces dentales y el proceso de calcificación (observado mediante radiografías periapicales o panorámicas). La estimación es más precisa hasta los 21 años aproximadamente o hasta la erupción del tercer molar, debido a que la erupción y la calcificación dentales no se ven fuertemente influenciadas por factores sociales, nutricionales, genéticos o endocrinos (Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2023)

(1) Dentición decidua

El orden aproximado de erupción de la dentición decidua se representa en la siguiente tabla:



Tabla 78

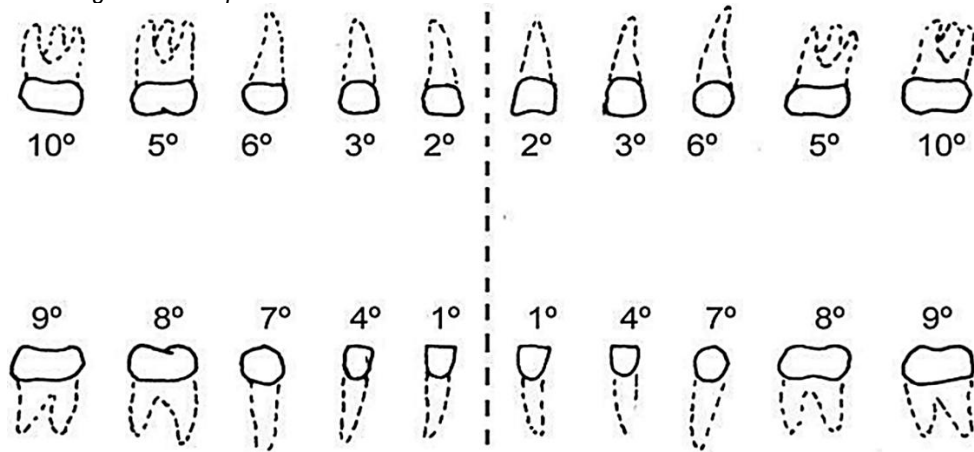
Edades de erupción de dentición decidua

	Diente deciduo	Edad (en meses)
Superior	Incisivo central deciduo	8-12
	Incisivo lateral deciduo	9-13
	Canino deciduo	16-22
	Primer molar deciduo	13-19
	Segundo molar deciduo	25-33
Inferior	Incisivo central deciduo	6-10
	Incisivo lateral deciduo	10-16
	Canino deciduo	17-23
	Primer molar deciduo	23-31
	Segundo molar deciduo	25-33

Nota. Orden cronológico de erupción de los dientes deciduos, iniciando a los 6 meses y terminando a los 33 meses, tomado del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses, (2001).

Figura 772

Cronología de la erupción de dientes deciduos

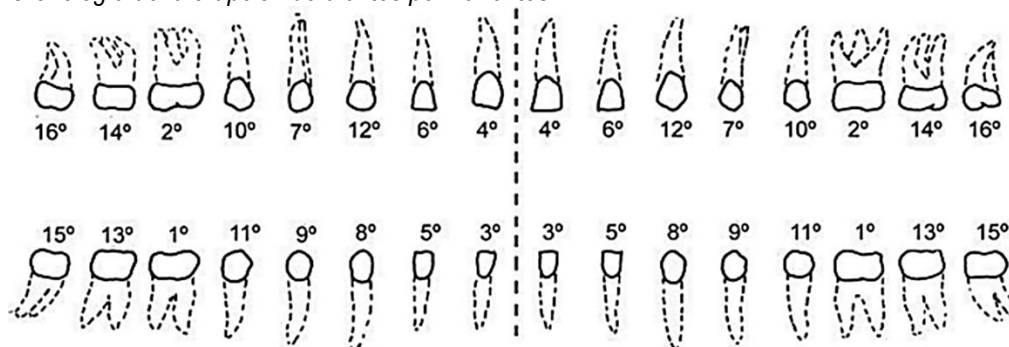


Nota. Orden cronológico de erupción de los dientes deciduos, tomado de Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses, (2001).

(2) Dentición permanente

Los dientes de la primera dentición son reemplazados por los definitivos a través de la reabsorción de las raíces de los deciduos, lo que facilita la salida de los incisivos, caninos, premolares y molares permanentes. Este proceso de renovación dental tiene lugar durante la dentición mixta, aproximadamente entre los 6 y 13 años. Los molares permanentes no sustituyen a ningún diente temporal. La erupción de los definitivos ocurre en intervalos cercanos a un año entre cada grupo dental. Al igual que en la dentición temporal, los dientes del maxilar inferior suelen erupcionar antes que los del maxilar superior (Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2001)



Figura 773*Cronología de la erupción de dientes permanentes*

Nota. Orden cronológico de erupción de los dientes permanentes tomado del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses, (2001).

(3) Atlas dentales

(a) Al Qahtani

Este atlas tiene como objetivo estimar la edad de cualquier persona desde las 28 semanas de vida intrauterina hasta los 23 años, basándose en el desarrollo dental y la erupción de los dientes en los alvéolos. Se presenta como una secuencia continua de edades de desarrollo a través de varios diagramas (AlQahtani, 2010)

La información utilizada para su elaboración proviene de entre 72 y 104 esqueletos con edad conocida, almacenados en colecciones del Royal College of Surgeons y del Museo de Historia Natural de Inglaterra, Reino Unido. Además, se complementa con datos de radiografías dentales de 264 personas de cada sexo. Para la construcción del atlas, se emplean las medianas de cada fase de desarrollo y erupción dental. El desarrollo dental se estima según el método de Moorrees, Fanning y Hunt, mientras que la erupción dental se evalúa en función del nivel del hueso alveolar. Los diagramas incluidos muestran cómo avanza el desarrollo dental mes a mes durante el último trimestre del embarazo, a ± 2 semanas del nacimiento (40 semanas de gestación), cuatrimestralmente durante el primer año de vida y anualmente a partir del segundo año (Al Qahtani, 2010).

(b) Schour y Massler

En 1941, Schour y Massler estudian el desarrollo de los dientes temporales y permanentes, describen 21 etapas que abarcan desde los 4 hasta los 21 años de edad y publican tablas numéricas para estas etapas [Figura 2]. En 1982, la Asociación Dental Americana actualiza y publica dichas tablas, lo que permite comparar directamente las etapas de calcificación dental observadas en radiografías con los estándares establecidos. Estas tablas no incluyen un estudio específico para los molares (Schour y Massler, 1941).

(c) Ubelaker

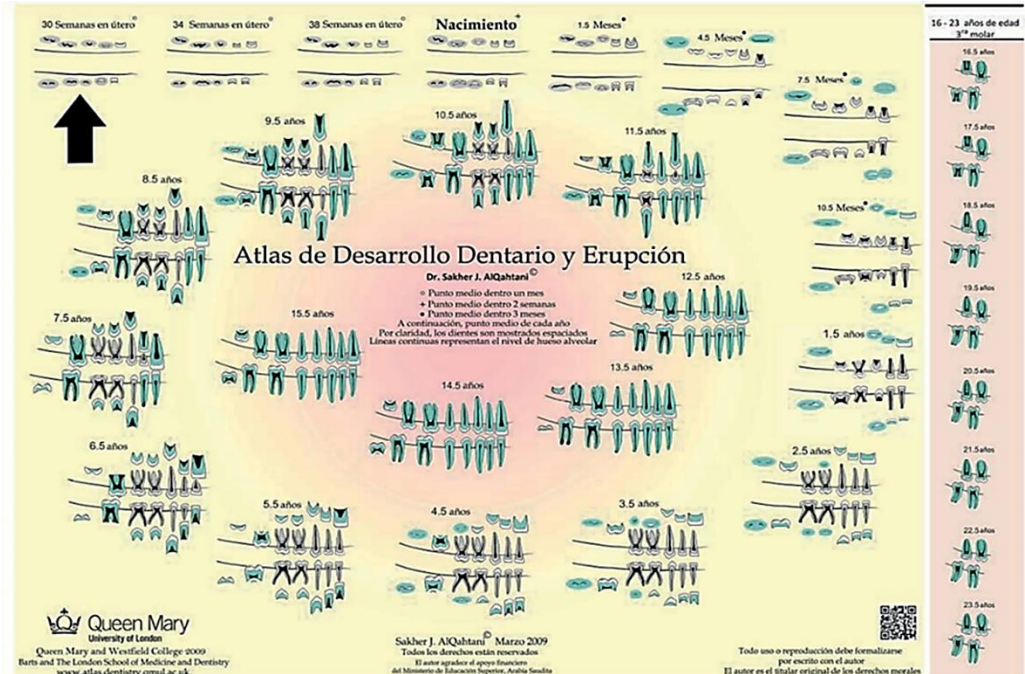
Ubelaker propone un método para estimar la edad dental basado en una extensa recopilación de estudios realizados en poblaciones indígenas americanas. Este enfoque adapta las fases de desarrollo dental y la posición de los dientes en menores, utilizando como referencia los esquemas de Schour y Massler. A diferencia de otros métodos, no distingue entre sexos. Su sistema comprende 21 etapas: las dos primeras corresponden al



desarrollo prenatal; las etapas de la 3 a la 19 abarcan tanto la dentición temporal como la permanente; y las dos últimas están destinadas a adultos (Ubelaker, 1978).

Figura 774

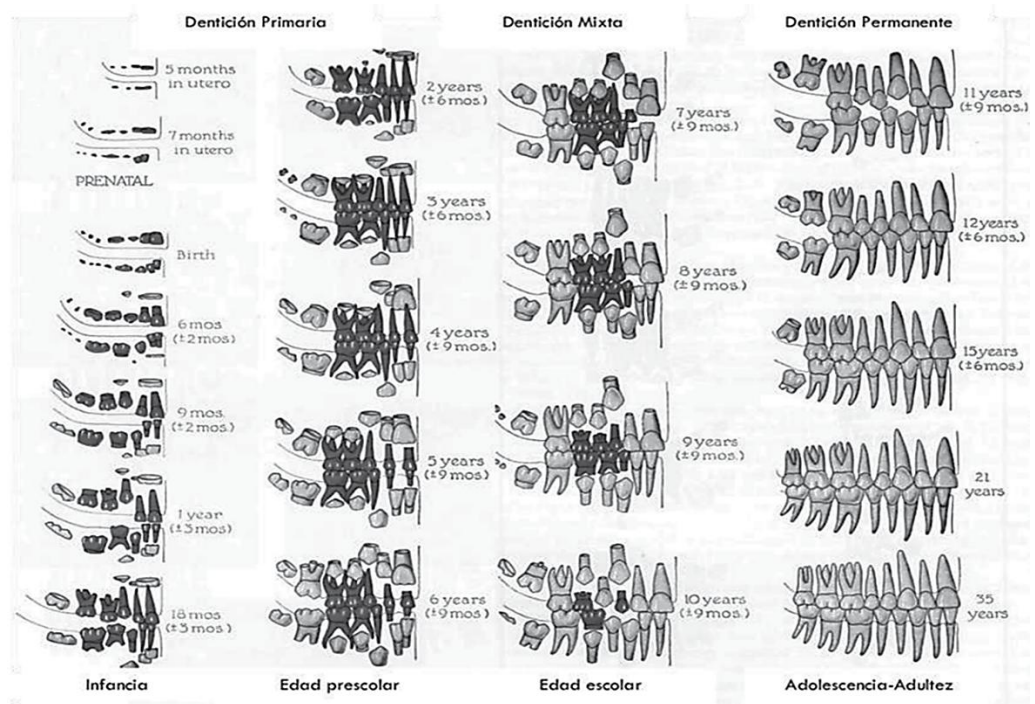
Atlas de Londres. Atlas de desarrollo y erupción dental



Nota. En el atlas se muestra el desarrollo, mineralización y erupción de los dientes deciduos y permanentes desde la vida intrauterina hasta los 23 años, tomado de AlQahtani (2010).

Figura 775

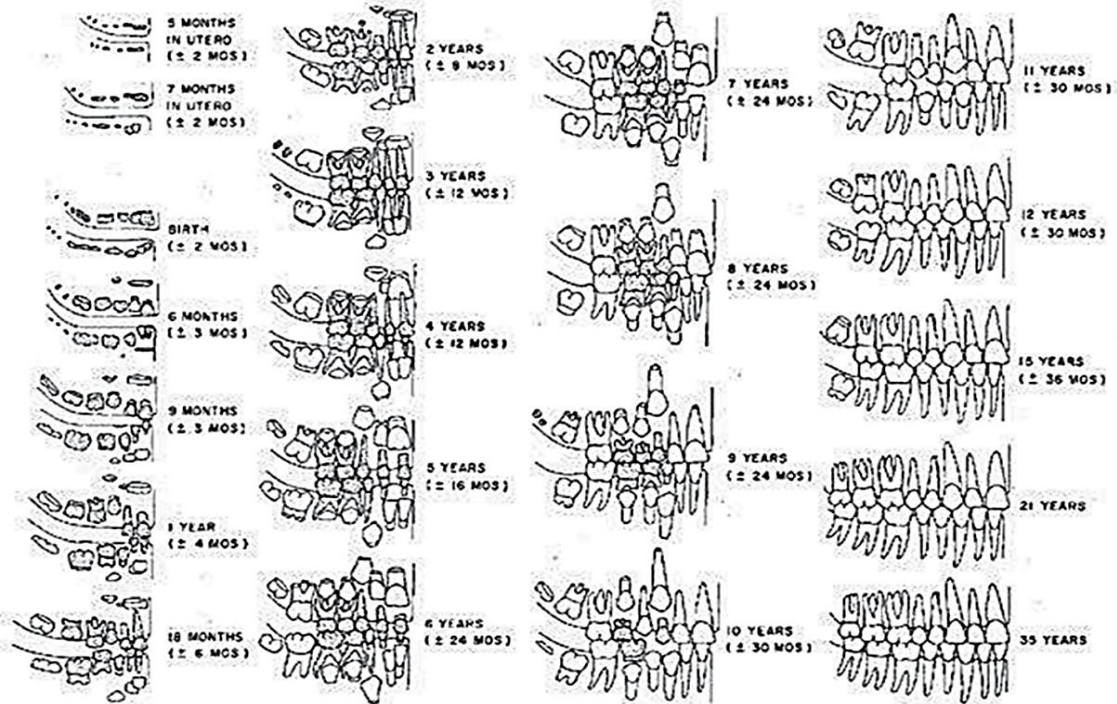
Atlas de Schour y Massler. Atlas de desarrollo de dentición humana



Nota. En el atlas se muestra el desarrollo, calcificación y erupción de los dientes deciduos y permanentes desde la vida intrauterina hasta los 35 años, tomado de Schour y Massler (1941).

Figura 776

Atlas de Ubelaker. Atlas de erupción dentaria



Nota. En el atlas se muestra el desarrollo, calcificación y erupción de los dientes deciduos y permanentes desde la vida intrauterina hasta los 35 años, tomado de Ubelaker (1978).

(4) Métodos en dentición mixta

(a) Método de Moorrees, Fanning y Hunt, modificación Smith

Este método clasifica catorce etapas para los incisivos superiores y los dientes mandibulares, diferenciando entre géneros y abarcando edades de 4.7 a 20.7 años. Se identifican tres fases principales en el proceso de desarrollo y maduración, según lo planteado por Moorrees, Fanning y Hunt.

La fase inicial consiste en la formación de la corona, que va desde el estadio Ci, en el que comienzan a aparecer las cúspides, hasta el estadio Crc, que señala la completa formación de la corona. La segunda fase corresponde a la formación de la raíz, iniciándose en el estadio Ri, cuando la raíz empieza a desarrollarse, y finalizando en el estadio Rc, que indica que la raíz está completamente formada. La última etapa describe el cierre apical, que se reparte en dos estadios: A½, señalando un cierre apical incompleto, y Ac, que indica un cierre apical completo (Moorrees, 1963).

Este método se aplica a una radiografía, localizando los dientes de acuerdo con los estadios de desarrollo descritos por Moorrees, Fanning y Hunt, mediante las gráficas correspondientes. En ciertos casos, la raíz mesial puede estar en un estadio distinto al de la raíz distal (por ejemplo, en los molares), por lo que es preferible usar como referencia los valores de la raíz distal (Moorrees, 1963).

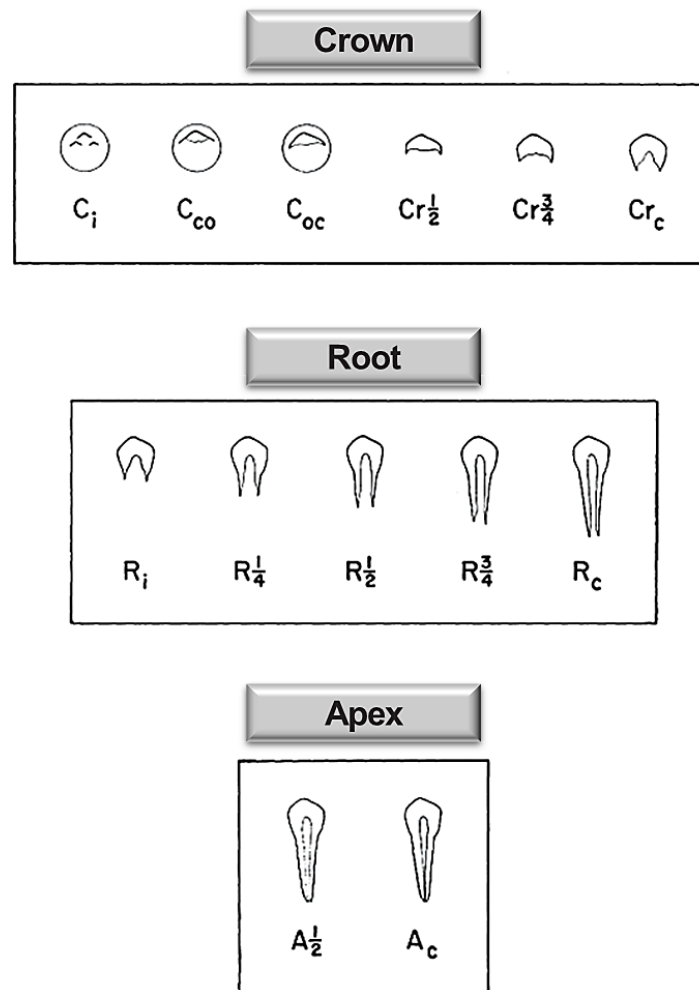
Además, es crucial diferenciar entre los estadios Crc y Ri. Para ello se verifica meticulosamente la formación completa del esmalte en la zona cervical del diente y se observa si la raíz presenta signos de desarrollo inicial (lo cual se aprecia en la diferencia



de radiopacidad entre el esmalte y el cemento en esa región). Es relevante recordar que los valores de los últimos estadios indican que la persona tiene, como mínimo, la edad indicada en la tabla. Por ejemplo, si el valor para el segundo molar en mujeres es 10.3, significa que la persona tiene al menos 10 años y 3 meses aproximadamente (Moorrees, 1963).

Figura 777

Estadios de formación de los dientes permanentes unirradiculares



Nota. (Crown) se muestra todo el proceso de formación de la corona, (Root) se observa la formación de la raíz, (Apex) se muestra el cierre del ápice, tomado de Moorrees, 1963.

Según Moorrees et al. (1963) los estadios de formación de los dientes permanentes son:

C_i : Formación inicial de las cúspides

C_{co} : Fusión de las cúspides

C_{oc} : Contorno completo de las cúspides

$Cr\frac{1}{2}$: Corona $\frac{1}{2}$

$Cr\frac{3}{4}$: Corona $\frac{3}{4}$

Cr_c : Corona completa

R_i : Formación inicial de la raíz



Rcl: Formación inicial de la concavidad

R¼: Formación de ¼ radicular

R½: Formación de ½ radicular

R¾: Formación de ¾ radicular

Rc: Raíz completa

A½: Cierre apical ½

Ac: Cierre completo del ápice

(b) Método de Demirjian, Goldstein y Tanner

El método propuesto por Demirjian, Goldstein y Tanner (1973) se basa en el análisis de radiografías panorámicas tomadas a individuos menores de 17 años, de origen francocanadiense. Este método establece valores específicos para los diferentes estadios de maduración dental, que van desde la letra A hasta la H. Los autores identifican ocho estadios para los dientes tanto unirradiculares como multirradiculares.

Cabe destacar que el tercer molar no se incluye en el análisis, por lo que se consideran únicamente siete dientes mandibulares. Es fundamental ubicar el estadio de cada diente tanto en la gráfica como en la descripción detallada a continuación (Demirjian, 1973).

(i) Estadio A

En los dientes unirradiculares y multirradiculares, la calcificación comienza en la parte superior de la cripta, tomando la forma de un cono o conos invertidos. No se produce fusión entre esos puntos calcificados.

(ii) Estadio B

La fusión de los puntos calcificados forma una o varias cúspides, dando regularidad a la línea externa oclusal.

(iii) Estadio C

1. El esmalte está completamente formado en la superficie oclusal y se estrecha hacia la zona cervical.
2. Inicia el proceso de formación de la dentina.
3. El contorno externo de la cámara pulpar tiene una curva que sigue la forma del borde oclusal.

(iv) Estadio D

1. La formación de la corona está completamente desarrollada por debajo de la unión entre el esmalte y el cemento.
2. En los dientes unirradiculares, el borde superior de la cámara pulpar presenta una forma curva definida, siendo cóncava hacia la zona cervical. Los cuernos pulpares





están visibles, y su contorno externo tiene una apariencia similar a la de una sombrilla. En los molares, la cámara pulpar tiene una forma trapezoidal.

3. El comienzo de la raíz se observa como una espícula.

(v) Estadio E

1. Unirradiculares

- Las paredes de la cámara pulpar forman líneas rectas las cuales se interrumpen por la presencia de los cuernos pulpares; estos tienen más longitud que en el estadio anterior.
- La longitud de la raíz es menor a la de la corona.

2. Multirradiculares

- Comienza la formación de la bifurcación radicular, la cual se observa como un punto calcificado de forma semilunar.
- La longitud de la raíz sigue siendo más corta que la altura de la corona.

(vi) Estadio F

1. Unirradiculares

- Las paredes de la cámara pulpar forman más o menos un triángulo con dos lados iguales y uno distinto.
- La longitud radicular es igual o más grande que la altura coronal.

2. Multirradiculares

- La mineralización en la región de la bifurcación ha avanzado significativamente, dejando atrás la forma semilunar inicial. Esta zona ahora muestra límites más precisos y la raíz comienza a adquirir una silueta más estructurada, que se angosta hacia la base, tomando una apariencia embudiforme.
- El desarrollo radicular ha alcanzado una longitud que iguala o incluso excede la altura de la corona, indicando un avance considerable en la maduración del diente.

(vii) Estadio G

Las paredes del conducto radicular, especialmente en la raíz distal de los molares, han adoptado una disposición paralela, mostrando una mayor definición estructural. El extremo apical de la raíz distal permanece parcialmente abierto, lo que indica que el proceso de cierre aún no ha concluido por completo.

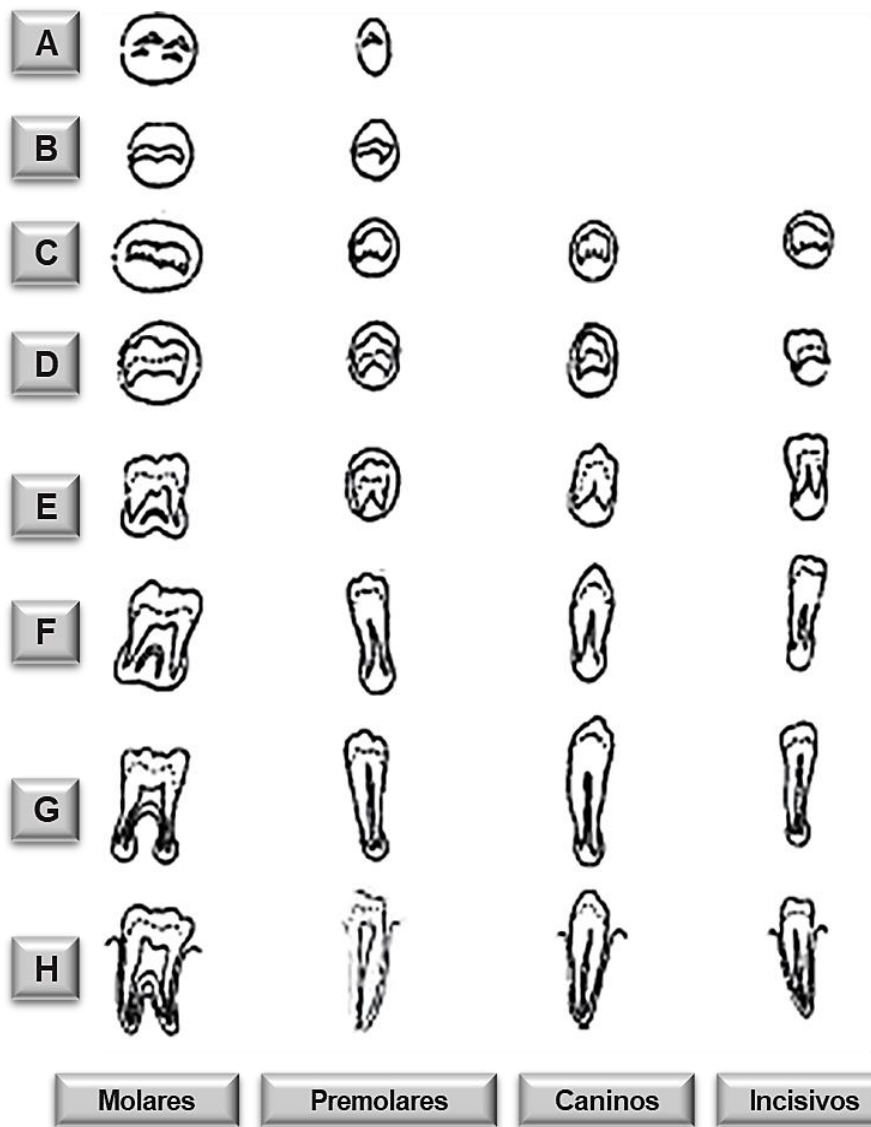


(viii) Estadio H

El extremo del conducto radicular en la raíz distal de los molares ya se encuentra totalmente cerrado, lo que indica la finalización del desarrollo radicular. La membrana periodontal recubre de manera uniforme toda la superficie de la raíz, incluyendo la zona apical (Demirjian, 1973)

Figura 778

Estadios dentales según Demirjian, Goldstein y Tanner



Nota. Los 8 estadios van desde la letra A hasta la letra H y son por orden de formación dentaria, Demirjian (1973).

(c) Métodos en terceras molares

iv) Método de Mincer

Mincer desarrolla un método para estimar la edad dental comparando el estado de desarrollo del tercer molar de un individuo con esquemas estandarizados por él. Este enfoque permite determinar, con un cierto grado de probabilidad, si una persona tiene al menos 18 años. La observación de un estadio H (cuando la mineralización está completa y los ápices de la raíz están cerrados) presenta



una probabilidad predictiva de entre el 84.3% y el 92.2% de que el individuo tenga 18 años o más, dependiendo del sexo y de la posición del tercer molar evaluado (Mincer, 1993).

v) Método de Nicodemo

Autores brasileños, en 1974, reúnen sus hallazgos para crear la Tabla Cronológica de Mineralización del Diente Permanente, tomando como referencia una muestra de población del estado de São Paulo, compuesta por individuos de ambos sexos, con edades comprendidas entre el nacimiento y los 25 años. Desde entonces, esta tabla se utiliza y se recomienda específicamente en el ámbito de la ciencia forense, como guía en investigaciones o estudios de estimación de edad en Brasil.

Para aplicar este método, se requiere una única radiografía panorámica, de la cual se obtiene información sobre los elementos dentales en formación. La imagen de los dientes se compara con ocho dibujos del esquema propuesto por los autores, y luego se determina el grupo etario probable a partir de la tabla de referencia correspondiente a cada uno de los dientes analizados (Nicodemo, 1974).

c) Análisis de restos óseos y dentales

i) Concepto

El análisis dental complementa el estudio de los restos óseos y se centra en los dientes, que son extremadamente duraderos y pueden conservarse durante miles de años (Smith et al., 2017). En odontología forense, el análisis dental constituye una disciplina que utiliza la información dental para colaborar en la identificación de personas y en la resolución de casos legales.

Este campo se basa en la premisa de que cada individuo presenta un conjunto único de características dentales, lo que lo convierte en una herramienta valiosa en situaciones como la identificación de restos humanos o la evaluación de lesiones.

(1) Aspectos clave del análisis dental en odontología forense

(a) Identificación de restos

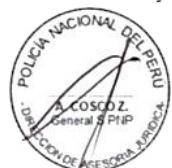
Los odontólogos forenses comparan los registros dentales previos con los dientes encontrados en una escena del crimen o en restos humanos para ayudar a identificar a la persona (Smith et al., 2017).

(b) Análisis de mordeduras

En ciertos casos, las marcas de mordedura se utilizan como evidencia en procesos judiciales. Los odontólogos forenses analizan estas marcas y las comparan con la dentadura del sospechoso (Smith et al., 2017).

(c) Estimación de edad y sexo

Mediante la evaluación de los dientes, los odontólogos estiman la edad y, en algunos casos, el sexo del individuo (Smith et al., 2017).



(2) Aplicaciones

(a) Identificación de víctimas

En desastres naturales o accidentes masivos, el análisis dental se convierte en una de las formas más efectivas de identificar a las víctimas (Smith et al., 2022).

(b) Resolución de crímenes

En casos de homicidio, el análisis de mordeduras puede proporcionar evidencia crucial para la condena de un sospechoso (Smith, 2022).

(c) Investigaciones de abuso

En casos de abuso infantil o violencia doméstica, el análisis dental puede ayudar a documentar lesiones (Smith et al, 2022).

ii) Determinación de sexo

El sexo se refiere a un conjunto de atributos biológicos que comprende características anatómicas y fisiológicas como los cromosomas, la expresión genética, los niveles hormonales y la anatomía reproductiva. Se diferencia del género, ya que este último se relaciona con las características asociadas a la feminidad y la masculinidad, así como con los roles, comportamientos, expresiones e identidades socialmente construidos. Fundamentalmente, sexo y género no son lo mismo: el sexo cromosómico se asigna al nacer y se clasifica como masculino (XY) o femenino (XX), mientras que el género se reconoce como un espectro (Heidari et al., 2016).

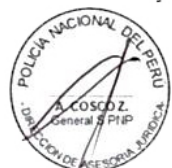
Según Dempsey et al., se encuentran diferencias estadísticamente significativas en los tamaños más grandes de las coronas de los segundos molares superiores en mujeres de pares de gemelos de sexo opuesto, en comparación con mujeres de pares de gemelos del mismo sexo y mujeres nacidas como hijas únicas. Esto sugiere que la difusión de hormonas sexuales masculinas de los co-gemelos varones hacia las mujeres en el útero puede provocar un aumento del tamaño dental. Las hormonas sexuales parecen influir en el crecimiento de la dentina (Dempsey et al., 1999).

Zilberman y Smith encontraron que la mayor diferencia en el grosor de la dentina entre niños y niñas ocurre durante la pubertad. Los dientes que se forman completamente en esa etapa también presentan características sexualmente dimórficas, lo cual podría atribuirse a los bajos niveles de hormonas sexuales presentes desde los primeros años de vida.

Por lo tanto, las diferencias en el sexo y las hormonas ejercen un efecto considerable en el desarrollo dental, lo que genera una variación medible al estimar el sexo a través de los dientes. Estas diferencias observables dan origen, así, a métodos métricos y no métricos para la estimación del sexo dental (Zilberman, 2001). Los métodos actuales de estimación del sexo dental pueden clasificarse ampliamente en métodos métricos, no métricos y bioquímicos (Capitaneanu et al., 2017).

(1) Métodos métricos

Los métodos métricos para la estimación del sexo dental consisten en medir las estructuras dentales, ya sea de forma directa (midiendo el diente) o indirecta (mediante imágenes, radiografías dentales o modelos dentales). Los restos post mortem que conservan dientes pueden someterse a este tipo de análisis sin sufrir daños significativos. Estos métodos se utilizan con frecuencia en estudios de investigación porque son no invasivos, económicos, fáciles de aplicar y reproducibles. Se fundamentan en la evidencia científica que indica que las



diferencias sexuales producen variaciones mensurables y estadísticamente significativas en el tamaño dental entre hombres y mujeres (Capitaneanu et al., 2017).

(a) Odontometría

La odontometría es la medición del tamaño de los dientes y es una técnica valiosa para la estimación del sexo dental. La odontometría comenzó como uno de los primeros métodos de estimación del sexo dental tras el estudio de Hunt y Gleiser (1955) que estimó la edad y el sexo de niños preadolescentes a partir de huesos y dientes. Desde entonces, numerosos estudios han cuantificado las diferencias de dimorfismo sexual entre hombres y mujeres mediante técnicas odontométricas y han demostrado que los hombres poseen dientes más grandes que las mujeres en general.

Las mediciones realizadas en la mayoría de los estudios de dimorfismo sexual generalmente incluyen los diámetros de corona mesiodistal y bucolingual, junto con mediciones alternativas como las dimensiones cervicales mesiodistal y bucolingual, los diámetros diagonales de los dientes y las longitudes de las raíces. Luego se realiza un análisis estadístico multivariado una vez que se han obtenido las mediciones necesarias y luego se calcula la precisión de la estimación del sexo como una puntuación porcentual (Hunt y Gleiser, 1955).

Los estudios odontométricos generalmente están de acuerdo en confirmar que el dimorfismo sexual se exhibe en el tamaño general de la corona con valores promedio más grandes en los dientes masculinos en comparación con los dientes femeninos. Aunque la literatura presenta numerosas evidencias que demuestran el dimorfismo sexual a través de mediciones lineales de los dientes, los resultados no fueron lo suficientemente consistentes como para sugerir que la odontometría podría usarse como único indicador de sexo.

Para mejorar esto, los esfuerzos de autores anteriores han llevado al cálculo de índices dentales, mediante los cuales también se utilizaron las proporciones dentales para intentar diferenciar los sexos además del análisis odontométrico. Los ejemplos de índices incluyen el índice incisivo, el índice de la corona y el índice canino mandibular (Anna y Harish, 2013).

(b) Índice de incisivos e índice de caninos mandibulares

Dos de los índices más utilizados que utilizan análisis métrico para la estimación del sexo dental son el Índice Incisivo y el Índice Canino Mandibular. Aitchison presentó el Índice Incisivo en 1964, se miden los diámetros mesiodistales de los incisivos mandibulares y maxilares laterales (MDI2) y centrales (MDI1) para calcular las puntuaciones según la siguiente fórmula: Índice incisivo (Ii) = $[MDI2/MDI1] \times 100$.

Se obtienen valores separados para los incisivos maxilares y mandibulares y se comparan con valores de referencia para estimar el sexo. Al validar el índice de incisivos para su uso como método de estimación del sexo dental, Rani prueba este índice en una muestra de 180 modelos dentales de una población de Nalgonda y solo encuentra resultados estadísticamente significativos en el incisivo mandibular derecho (de los cuatro incisivos analizados).



Prasanna et al. investigan el índice de incisivos como método de estimación del sexo en una muestra de 150 modelos dentales de una población del sur de la India y no encuentran resultados estadísticamente significativos en hombres en comparación con mujeres. Sin embargo, los autores observan que las dimensiones mesiodistales máximas de todos los incisivos en hombres son mayores que en mujeres.

Hay una gran escasez de estudios que validen el Índice de Incisivos, pero incluso la escasa literatura disponible no llega a un consenso para validarlo como un método fiable para la estimación del sexo. Quizás se requiere más investigación que lo valide antes de poder llegar a una conclusión definitiva (Prasanna et al., 1989).

Por el contrario, el índice canino mandibular introducido por Rao et al. en 1989 es probablemente el índice más común utilizado en el análisis métrico para la estimación del sexo dental. Según los autores, se eligen los caninos mandibulares porque se sabe que son altamente dismórficos, y tienen más probabilidades de sobrevivir a traumas severos y permanecer más tiempo en la dentición humana.

Antropológicamente, se plantea la hipótesis de que los varones tienen caninos mandibulares más grandes que las mujeres en relación con la amenaza de agresión. El índice canino mandibular (MCI) se deriva como una relación del ancho de la corona mesiodistal del canino mandibular sobre el ancho del arco canino mandibular: Índice canino mandibular (MCI) = Ancho de la corona mesiodistal del canino mandibular / Ancho del arco canino mandibular.

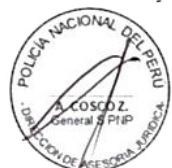
El valor obtenido se compara con un valor de corte, lo que ayuda a clasificar el sexo de la muestra según sea mayor o menor que dicho valor. Por lo tanto, este método requiere mediciones de los caninos inferiores y la anchura de la arcada, pero estos restos no siempre están presentes o completamente intactos.

A partir de su estudio de 766 sujetos de una población india, Rao et al. (1989) obtienen tasas de precisión del 84,3 % y el 87,5 % para la estimación del sexo de hombres y mujeres, respectivamente. Posteriormente, numerosos autores prueban el método MCI en sus propias poblaciones, y algunos lo respaldan como método de estimación del sexo. Patel et al. estudian el MCI en 400 sujetos de una población de las Indias Occidentales.

(2) Métodos no métricos

Los métodos no métricos para la estimación del sexo se basan en la presencia o ausencia de rasgos morfológicos de los tejidos duros y blandos. El análisis de tejidos duros implica el estudio de la morfología dental y esquelética. En comparación con los métodos métricos, que implican mediciones repetibles y objetivas, el análisis no métrico puede ser más susceptible a la subjetividad del evaluador.

Según Scott et al., la cresta accesoria distal del canino es el único rasgo morfológico en la dentición humana que presenta dimorfismo sexual. Un estudio previo de Scott encontró variaciones en la cresta accesoria distal del canino en cuanto a frecuencia y grado de expresión, y observó que los varones mostraban una expresión más frecuente y pronunciada de este rasgo en comparación con las mujeres.



Sin embargo, el autor planteó que la aparición de esta característica morfológica podría estar influenciada por la ascendencia o la variabilidad poblacional (Scott, 1977).

(a) Patología y características individualizantes en restos dentales

Los restos dentales constituyen una fuente invaluable de información en disciplinas como la antropología forense, la odontología y la arqueología. La patología dental se refiere a las enfermedades y condiciones que afectan los dientes y estructuras circundantes, y su estudio puede proporcionar pistas relevantes sobre la salud, la dieta y el estilo de vida del individuo (Burt y Eklund, 2005).

Figura 779

Imagen de un canino superior derecho



Nota. Fotografía de canino con testigo métrico, tomado de Scott (1977).

(b) Patologías comunes en restos dentales

(i) Caries dental

Es una de las afecciones más frecuentes, manifestándose como cavidades o destrucción localizada del tejido dental. Su presencia puede indicar una dieta rica en azúcares y carbohidratos fermentables (Burt y Eklund, 2005).

(ii) Enfermedad periodontal

Afecta las encías y el hueso que sostiene los dientes. La pérdida de tejido periodontal puede sugerir mala higiene bucal, envejecimiento o enfermedades sistémicas crónicas (Burt y Eklund, 2005).

(iii) Abscesos dentales

Infecciones periapicales que provocan la destrucción de tejido dental y óseo. Su



presencia puede señalar infecciones no tratadas o inmunodeficiencias (Burt y Eklund, 2005).

(iv) Hipoplasia del esmalte

Son defectos en el desarrollo del esmalte dental, causados por factores genéticos, malnutrición o enfermedades durante la infancia. Pueden aparecer como surcos o manchas blancas en la superficie dental (Burt y Eklund, 2005).

(v) Lesiones traumáticas

Incluyen fracturas, luxaciones y avulsiones dentales, generalmente causadas por impactos, caídas o violencia interpersonal. Estas lesiones pueden aportar información sobre la causa de muerte o estilo de vida del individuo (Burt y Eklund, 2005).

(vi) Anomalías dentales

Comprenden dientes supernumerarios, agenesia (ausencia congénita de dientes), fusiones, geminaciones o malformaciones en forma o tamaño. Estas alteraciones pueden tener un origen genético y ser útiles en la identificación individual (Burt y Eklund, 2005).

(vii) Erosión dental

Es la pérdida progresiva del tejido dental por acción de ácidos no bacterianos, como los presentes en alimentos, bebidas o producto de condiciones médicas como el reflujo gastroesofágico (Burt y Eklund, 2005).

(viii) Características individualizantes

Los dientes son únicos para cada individuo, y varias características pueden ayudar a identificarlos, los dientes presentan características únicas para cada individuo, lo que los convierte en elementos clave para la identificación forense.

(ix) Morfología dental

La forma, tamaño y disposición de las cúspides, raíces y coronas dentales varían entre individuos y poblaciones. Estas diferencias morfológicas permiten comparar con registros odontológicos ante mortem (Petersen y Ogawa, 2012).

(x) Patrones de estrías y marcas

Los dientes presentan líneas de crecimiento que, al igual que las huellas dactilares, son únicas. Estas marcas pueden utilizarse en análisis comparativos (Petersen y Ogawa, 2012).

(xi) Anomalías dentales

Como se mencionó anteriormente, las alteraciones en número, forma y posición de los dientes constituyen rasgos distintivos con valor identificador (Petersen y Ogawa, 2012).





(xii) Tatuajes o marcas culturales

En ciertos casos, los dientes pueden presentar modificaciones voluntarias, como limados, incrustaciones o pigmentaciones, asociadas a prácticas culturales, rituales o hábitos personales (Petersen y Ogawa, 2012).

iii) Estimación de la estatura en restos dentales

La estimación de la estatura en restos humanos constituye una herramienta fundamental en la antropología forense y en la identificación de restos óseos. En situaciones en las que los huesos largos no se encuentran disponibles o presentan daños, los dientes proporcionan información complementaria de valor. Aunque tradicionalmente no se emplean de forma directa para estimar la estatura, estudios recientes examinan la relación entre determinadas características dentales y la estatura, especialmente en contextos forenses y arqueológicos (García y Pérez, 2014).

(1) Importancia de los restos dentales en la estimación de la estatura

Los dientes, por su alta resistencia a la descomposición y al paso del tiempo, resultan útiles en el análisis de restos antiguos o sometidos a condiciones adversas. Además, sus características como el tamaño, la forma y la presencia de anomalías reflejan aspectos genéticos y poblacionales vinculados con la estatura (Martínez y Sánchez, 2018).

(2) Métodos y estudios relevantes

(a) Correlación entre tamaño dental y estatura

Algunos estudios analizan la relación entre el tamaño de los dientes, como el ancho mesiodistal o la altura de la cúspide, y la estatura en diversas poblaciones. Se plantea la hipótesis de que, en ciertos grupos, las dimensiones dentales se correlacionan con las dimensiones corporales, permitiendo estimaciones indirectas (López y Martínez, 2012).

(b) Método de Carrea

La determinación de la estatura de restos humanos con fines de identificación se ha apoyado casi exclusivamente en métodos que se basan en medir huesos largos. No obstante, hay casos en los que dichas piezas óseas no están disponibles y, por tanto, esos métodos no pueden emplearse; en estas circunstancias resulta útil un método que estime la talla a partir de mediciones de piezas dentarias.

Carrea propone una fórmula para estimar la estatura a partir de la radio cuerda inferior, que corresponde a la distancia entre los extremos del arco dentario conformado por las caras linguales de los dientes incisivo central, incisivo lateral y canino inferior de un lado de la mandíbula.

El arco dentario equivale a la suma, en centímetros, de los diámetros mesiodistales de un incisivo central, un incisivo lateral y un canino inferior. Por lo tanto, el arco dentario es igual a la suma de un incisivo central, más un incisivo lateral y un diente canino inferior, mientras que la radio cuerda se obtiene al multiplicar el arco dentario por la constante 0,954.

Carrea sostiene que la estatura humana debe situarse entre dos valores: una mínima, proporcionada a la radio cuerda, y una máxima, proporcionada al arco dentario; y que la estatura masculina se aproxima a la talla máxima, mientras que la femenina se aproxima a





la talla mínima.

La talla mínima se obtiene multiplicando la radio cuerda por la constante 94, 248, y la talla máxima se obtiene multiplicando el arco dentario por la misma constante 94, 248; por otro lado, si no se puede determinar el sexo, se puede obtener la talla promedio, que viene a ser la suma de la talla máxima y la mínima dividido entre dos (Campohermoso, 2020).

(c) Análisis de características dentales específicas

- (i) Tamaño de molares y premolares: En determinadas poblaciones, se observa que el tamaño de estos dientes presenta correlaciones moderadas con la estatura.
- (ii) Anomalías y variaciones: La presencia de determinadas anomalías puede indicar patrones de crecimiento vinculados con la estatura.

(d) Modelos estadísticos y regresiones

Algunos estudios desarrollan modelos estadísticos que emplean medidas dentales para predecir la estatura, aunque su precisión varía en función de la población y la calidad de los datos (Rodríguez y Gómez, 2015).

(e) Limitaciones

- (i) La relación entre el tamaño dental y la estatura no resulta universal y varía significativamente entre diferentes poblaciones y grupos étnicos.
- (ii) Factores genéticos, nutricionales y ambientales influyen de forma independiente en ambas variables.
- (iii) La estimación basada en dientes cumple una función complementaria, mas no sustitutiva (López y Martínez, 2012).

d) Peritaje de lesiones estomatológicas

i) Concepto

Lesión es cualquier alteración somática (física) o psíquica que perturbe, amenace o inquiete la salud de quien la sufre, o simplemente limite o menoscabe la integridad personal del afectado, ya sea en lo orgánico (anatómico) o funcional. El medio que produce la lesión en el cuerpo está representado por una de las siguientes formas de energía: mecánica, física, química, físico-química, bioquímica, biodinámica o mixta. Una vez producida la lesión, esta conlleva perturbaciones de diversa naturaleza (objetivas y subjetivas), que derivan en un daño.

El daño constituye un concepto jurídico indeterminado que el aplicador del derecho debe concretar, y hace referencia al detrimento o menoscabo que afecta cualquiera de los bienes que integran el patrimonio de la persona (materiales e inmateriales). El peritaje de lesiones es un procedimiento que, en ciertos casos, involucra aspectos críticos sobre los cuales el perito médico u odontólogo puede orientar, como la relación de las lesiones con un objeto específico o con la escena, las circunstancias y la secuencia de los hechos (lesión patrón, patrón de lesiones, evidencia física), entre otros, constituyendo un factor clave en la experticia forense (Instituto de medicina legal y ciencias forense 2016).

La redacción en términos médico-legales para efectos jurídicos define una lesión como una alteración de la morfología y/o la fisiología de órganos, sistemas o segmentos del cuerpo provocada



por un agente traumático, que afecta la salud y genera desequilibrios de distinta magnitud según la gravedad del daño. Para la aplicación de la ley, la lesión debe haber sido causada por un tercero o por un agente externo a la persona afectada, es decir, no puede ser autoinfligida. El perito médico u odontólogo debe describir las heridas visibles y, en términos generales, cualquier daño corporal que pueda objetivarse como resultado de un agente traumático.

Para ello, debe identificar, describir y localizar las alteraciones morfológicas y funcionales observadas en el examinado. Asimismo, debe contribuir a confirmar o descartar las diversas hipótesis o versiones que manejen las autoridades sobre los hechos.

Para lograrlo, es imprescindible realizar un diagnóstico diferencial que permita distinguir enfermedades naturales o propias de la edad de las alteraciones morfológicas y funcionales, y reconocer las alteraciones propias de los distintos tipos de agentes y mecanismos vulnerantes, como físicos, químicos, biológicos y psíquicos, entre otros (Instituto de medicina legal y ciencias forenses, 2016).

ii) Lesiones en tejidos blandos

(1) Traumatismo en carrillos

Lesiones de causa mecánica, por chupeteo o mordisqueo de la mucosa, que corresponden a una hiperqueratosis. Un ejemplo de esto es la línea alba, una línea blanquecina en la mucosa yugal, habitualmente bilateral. El diagnóstico debe realizarse clínicamente, en el contexto adecuado (paciente joven sin factores de riesgo), observando la respuesta a la retirada del mecanismo de lesión y su control evolutivo. En caso de sospecha de otra patología, se puede considerar la realización de una biopsia (Instituto de medicina legal y ciencias forenses, 2016).

(2) Úlcera traumática

Como su nombre indica, es una lesión ulcerada de origen mecánico (mordisqueo, cepillado dental excesivo). Suele presentarse como una lesión levemente eritematosa con una úlcera central cubierta por una membrana fibrinopurulenta (de coloración blanquecino-amarillenta). Al eliminar el agente traumático, suele cicatrizar en menos de una semana. Se recomienda biopsiar toda úlcera supuestamente traumática que no cure en un plazo de dos semanas desde la eliminación de su causa (Instituto de medicina legal y ciencias forenses 2016).

(3) Hematoma en tejidos blandos

Es una acumulación anormal de sangre fuera de un vaso sanguíneo, producida por un traumatismo o lesión vascular. Si existe una gran presión dentro del vaso, la sangre puede seguir filtrándose a través de la pared dañada, haciendo que el hematoma se expanda. La sangre extravasada irrita el tejido circundante y puede provocar síntomas inflamatorios como dolor, hinchazón y enrojecimiento (Instituto de medicina legal y ciencias forenses, 2016).

(4) Lesiones traumáticas agudas

La agresión a la mucosa oral puede producirse por dientes, prótesis mal adaptadas, antiguas o rotas, así como por hábitos como introducir objetos extraños en la cavidad oral (palillos, bolígrafos, etc.). También puede deberse a un cepillado agresivo. Estas lesiones se clasifican en erosiones y úlceras (Instituto de medicina legal y ciencias forenses, 2016).



(5) Erosión aguda de origen traumático

Una erosión se define como una pérdida de sustancia superficial. Generalmente se debe a pequeños roces o traumatismos y no suele ser muy dolorosa. Cicatriza en 2 o 3 días, sin dejar cicatriz, siempre que el agente causal haya sido eliminado. Suele ser fácilmente identificable, lo que facilita su prevención. Cuando hay fricción sobre la mucosa, el epitelio puede desprenderse superficialmente (Instituto de medicina legal y ciencias forense 2016).

(6) Úlcera aguda de origen traumático

La úlcera traumática es una lesión frecuente en la mucosa oral. Consiste en una pérdida de sustancia que afecta a todo el espesor del epitelio. Suelen ser bastante dolorosas y pueden dejar cicatriz, especialmente si son profundas. Son lesiones reactivas, en las que existe una relación causa-efecto identificable. Las zonas más frecuentes son aquellas expuestas a la oclusión (Instituto de medicina legal y ciencias forense 2016).

iii) Lesiones en tejidos duros

(1) Lesiones de los tejidos dentarios y de la pulpa

(a) Fractura incompleta

Infracción o rotura del esmalte sin pérdida de sustancia dentaria.

(b) Fractura no complicada de corona

Afecta únicamente al esmalte o al esmalte y la dentina, pero sin exposición pulpar.

(c) Fractura complicada de corona

Afecta al esmalte y la dentina, con exposición de la pulpa.

(d) Fractura no complicada de corona y raíz

Compromete esmalte, dentina y cemento, sin exposición pulpar.

(e) Fractura complicada de corona y raíz

Afecta esmalte, dentina y cemento, con exposición pulpar.

(f) Fractura de raíz

Afecta cemento, dentina y pulpa dental.

(2) Lesiones de los tejidos periodontales

(a) Concusión

Lesión de las estructuras de sostén del diente, si movilidad ni desplazamiento, pero con respuesta dolorosa a la percusión.

(b) Subluxación (aflojamiento)

Lesión de las estructuras de soporte con movilidad anormal del diente, sin desplazamiento.

(c) Luxación intrusiva (dislocación central)





Desplazamiento del diente hacia el interior del alveolo, con fractura o conminución de la cavidad alveolar.

(d) Luxación extrusiva

Desplazamiento parcial del diente fuera de su alveolo.

(e) Luxación lateral

Desplazamiento del diente en dirección no axial, asociado frecuentemente a fractura o conminución de la cavidad alveolar.

(f) Avulsión

Desplazamiento total del diente fuera del alveolo.

(3) Lesiones del hueso de sostén

(a) Fractura conminuta de la cavidad alveolar

Compresión con fractura múltiple de la cavidad alveolar, habitualmente asociada a luxación intrusiva o lateral. Puede presentarse en el maxilar inferior o maxilar superior.

(b) Fractura de la pared alveolar

Afecta exclusivamente a las paredes vestibular o lingual del alveolo, tanto en la mandíbula como en el maxilar superior.

(c) Fractura del proceso alveolar

Fractura del proceso alveolar, que puede o no comprometer la cavidad alveolar. Se presenta tanto en mandíbula como en maxilar superior.

(d) Fractura de mandíbula o del maxilar superior

Afecta la base ósea de la mandíbula o del maxilar superior, con posible compromiso del proceso alveolar y de la cavidad alveolar. (Instituto de medicina legal y ciencias forense 2016)

e) Odontoscopia

i) Concepto

La odontoscopia es el estudio de las marcas de mordedura que son un diseño distintivo que queda en un medio como resultado del contacto de los dientes de una persona o de un animal (García, M., 2015).

ii) Características de las marcas de mordeduras

Se pueden identificar diversas características como:

- (1) Característica de clase: consiste en un rasgo, forma o conjunto de atributos que permite diferenciar una marca de mordedura de otras, constituyendo un hallazgo típico dentro de un grupo o categoría específica.



- (2) Característica individual: corresponde a un rasgo, forma o conjunto de atributos que refleja una variación única en comparación con otros dentro del mismo grupo, constituyendo una particularidad que distingue a un ejemplar específico, en lugar de ser una característica común o esperada.
- (3) Característica del arco: constituye un tipo de rasgo individual que se manifiesta en un patrón, y refleja la disposición de varios dientes en una dentición o marca de mordedura. Ejemplos de estas características incluyen la forma y el tamaño del arco, dientes rotados, desplazados hacia vestibular o lingual, desviados hacia mesial o distal, así como la presencia de diastemas.
- (4) Característica dental: corresponde a un rasgo individual presente en una marca de mordedura que refleja una variación única en un diente específico. Ejemplos de estas características incluyen patrones de desgaste, muescas, fracturas o anomalías dentales (American Board of Forensic Odontology, 2018).

iii) Terminología para relacionar una dentición con una marca de mordedura

- (1) Excluido de haber dejado la marca de mordedura

En los criterios se excluye la posibilidad de que la dentición haya dejado la marca de mordedura cuando la marca presenta características de clase o individuales que no podrían haber sido producidas por dicha dentición (American Board of Forensic Odontology, 2018).

- (2) No excluido de haber dejado la marca de mordedura

En los criterios no se excluye la posibilidad de que la dentición haya dejado la marca de mordedura cuando la marca presenta características de clase, o una combinación de características de clase e individuales, que podrían haber sido causadas por esa dentición. Además, no existen discrepancias inexplicables entre las características de la marca y las de la dentición, lo que indica que la dentición no está excluida del grupo de posibles causantes de la marca (American Board of Forensic Odontology, 2018).

- (3) Poco concluyente

Criterios: Se refiere a que no existe suficiente información para determinar si la marca de mordedura pudo haber sido causada por la dentición o no (American Board of Forensic Odontology, 2018).

f) Responsabilidad profesional odontológica

- i) Concepto

Según la Real Academia de la Lengua Española, la responsabilidad es la obligación de reparar los daños causados por delitos, faltas o causas legales. En el ámbito odontológico, la responsabilidad profesional se entiende como la obligación del odontólogo de reparar, responder y compensar los daños ocasionados a los pacientes como resultado de acciones u omisiones, ya sean intencionadas o accidentales, durante su práctica (Rodríguez, 2016).

Las diferentes jurisdicciones legales, penal, civil, contencioso-administrativa, laboral y social, son competentes en cuestiones de responsabilidad profesional en odontología, aportando matices que permiten diferenciar entre varios tipos de responsabilidad: penal, civil, contencioso-administrativa, laboral y corporativa. La relación entre el dentista y el paciente se establece mediante un contrato de asistencia, generalmente verbal, en el cual el odontólogo se compromete a utilizar sus





conocimientos y técnicas para tratar o aliviar las dolencias del paciente. Dado que la odontología no garantiza resultados, no se puede exigir responsabilidad por el fracaso de un tratamiento, a menos que se haya acordado explícitamente un resultado específico (Rodríguez, 2016).

g) Identificación de víctimas en casos de desastres masivos

i) Concepto

Un evento significativo que marca el inicio de la odontología forense ocurre con el incendio del Bazar de la Caridad en 1897, donde el Dr. Oscar Amoedo se distingue como pionero en este campo. En 1964, se desarrolla el primer curso especializado en odontología forense en Washington D.C., y en 1984, INTERPOL publica su primera guía para el reconocimiento de víctimas en desastres, cabe destacar que el tsunami ocurrido en Tailandia en 2004 representa un desafío global, al requerir la intervención de un equipo interdisciplinario de odontólogos forenses para la identificación de víctimas.

No obstante, la ausencia de documentación original dificulta el proceso, lo que conlleva a la conclusión de que, para optimizar la eficacia del trabajo forense, se deben aceptar únicamente registros dentales originales. El objetivo principal de la identificación forense es confirmar la identidad de las personas a partir de características únicas y distintivas, constituyendo no solo una obligación legal, sino también una responsabilidad ética y moral. En odontología, existen diversos métodos de identificación aplicables tanto a tejidos duros como blandos, lo cual subraya la importancia de contar con una historia clínica debidamente elaborada y actualizada (Fernández, 2019).

ii) Fases del proceso de identificación en situaciones de desastre

La Guía INTERPOL para la Identificación de Víctimas de Catástrofes (IVC) establece normas internacionales aplicables tanto a catástrofes naturales como a aquellas causadas por el ser humano. Está dirigida a planificadores estratégicos y especialistas, y tiene como finalidad proporcionar un enfoque sistemático y colaborativo para las operaciones de identificación de víctimas, especialmente en contextos multinacionales, dicha guía destaca la importancia de aplicar principios rectores y buenas prácticas que garanticen estándares de calidad, dignidad y respeto hacia las víctimas y sus familiares.

Asimismo, subraya la necesidad de promover la cooperación internacional, particularmente en escenarios con múltiples víctimas, y de respetar el marco jurídico vigente en cada jurisdicción, donde el proceso de identificación de víctimas en situaciones de catástrofe se estructura en cuatro fases claramente diferenciadas:

(1) Fase de zona del siniestro (lugar de los hechos)

Comprende el tratamiento inicial de restos humanos y objetos en el lugar donde ocurre la catástrofe.

(2) Fase post mortem (PM)

Consiste en el examen detallado de los restos humanos, realizado en los depósitos de cadáveres habilitados para tal fin.



(3) Fase ante mortem (AM)

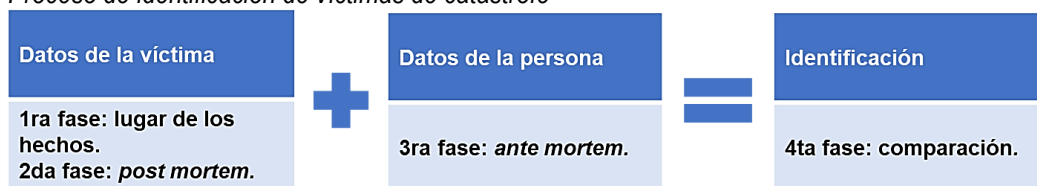
Implica la recopilación y análisis de información relativa a personas desaparecidas, a través de fuentes documentales y testimoniales.

(4) Fase de comparación de datos

Corresponde al cotejo de la información ante mortem y post mortem, con el objetivo de establecer la identidad de las víctimas de forma científica y verificable. (INTERPOL, 2018.)

Figura 780

Proceso de identificación de víctimas de catástrofe



Nota. Este cuadro determina los procesos de identificación en víctimas de catástrofe según la guía INTERPOL (2018).

Los métodos de identificación que menciona el siguiente manual se dividen en primarios y secundarios. Los métodos primarios comprenden la recolección de huellas dactilares, el análisis odontológico y el ADN; mientras que los métodos secundarios incluyen descripciones personales, tatuajes, ropa y efectos personales.

Es importante destacar la relevancia que esta guía asigna a la especialidad de estomatología forense en relación con la identificación de víctimas, dado que el análisis odontológico permite, a través de la recolección de datos por equipos multidisciplinarios, proporcionar información adicional en el proceso de obtención de datos ante mortem.

Estos datos pueden ser homologados o cotejados con la información ante mortem previamente recolectada y clasificada sobre las posibles personas desaparecidas. La información de vital importancia debe ser correctamente procesada y registrada mediante formularios o cartillas (INTERPOL, 2018).

iii) Formularios IVC de INTERPOL – ante mortem y post mortem

Son formularios que permiten la recopilación de datos ante mortem y post mortem para una homologación de datos que pueda ayudar a la identificación de víctimas en situaciones de catástrofes.





Figura 781

Formulario IVC de INTERPOL

Ante Mortem (Formulario) Formulario IVC de INTERPOL - Persona desaparecida Datos odontológicos 600's

Apellidos:		AM n°:	
Nombres:			
Fecha de nacimiento:		Die	Mes Año Edad Hombre Mujer Otro Desconocido
a = No se dispone de datos b = Anexo c = Más detalles en pág. de información adicional (700)			
DATOS ODONTOLÓGICOS			
600	Odontólogo/entidad		
Nombre Calle / n° Código postal/localidad Estado/país Tel./e-mail			
01 Período abarcado		Registros 1	De: Para:
02 Arch. adjunto		Radiografías 1	Máxiles 2 Fotografías 3 Otros (archivos): 4
605	Odontólogo/entidad		
Nombre Calle / n° Código postal/localidad Estado/país Tel./e-mail			
01 Período abarcado		Registros 1	De: Para:
02 Arch. adjunto		Radiografías 1	Máxiles 2 Fotografías 3 Otros (archivos): 4
615	Imágenes dentales disponibles		
01 Periapical		1 Digital	2 Indique número de
02 Placa de mordida		3 No digital	4 Indique número de
03 Ortodontografía			
04 Tomografía computarizada			
05 Otras radiografías			
06 Fotografías			
620	documentos adicionales		
Datos recopilados por		Firma y fecha	
Cargo :			
Nombre :			
Dirección :			
Tel./e-mail :			

Nota. La imagen muestra el formulario IVC de INTERPOL que utiliza para recabar datos de personas desaparecidas (ante mortem), tomado de INTERPOL, (2018).



Figura 782

Formulario IVC de INTERPOL odontograma

Ante M_{ortem} (ante m_{orte}) Formulario IVC de INTERPOL - Persona desaparecida Datos odontológicos 600's

Apellidos:		AM n°:													
Nombres:															
Fecha de nacimiento:		Día Mes Año Edad Hombre Mujer Otros Desconocido													
a = No se dispone de datos		b = Anexo c = Más detalles en pág. de información adicional (700)													
DATOS ODONTOLÓGICOS															
630 Estado de la dentadura (para dientes primarios, indique el código específico de la FDI)															
11			21												
12			22												
13			23												
14			24												
15			25												
16			26												
17			27												
18			28												
18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38
48															
47															
46															
45															
44															
43															
42															
41															
635	Datos específicos	1 ☐ Coronas 2 ☐ Puentes 3 ☐ Implantes		a	b	c									
	01 Precise	4 ☐ Dentadura postiza 5 ☐ Otros													
640	Otros resultados	1 ☐ Oclusión 2 ☐ Erosión dental 3 ☐ Estado periodontal													
	01 Precise	4 ☐ Supernumerarios 5 ☐ Manchas 6 ☐ Otros													
645	Tipo de dentición	1 ☐ Dentición primaria 2 ☐ Dentición mixta 3 ☐ Dentición permanente													
650	Control de calidad	Fecha: Firma:													
	Odontólogo forense 1	Nombre:													
	Odontólogo forense 2 (si procede)	Fecha: Firma:													
		Nombre:													

Datos recopilados por	Cargo :	Firma y fecha
	Nombre :	
	Dirección :	
	Tel/e-mail :	

[F20] Versión 2022

13 de 14

Nota. La imagen muestra el formulario IVC de INTERPOL que utiliza para recabar datos de personas desaparecidas (ante mortem) por medio del odontograma, tomado de INTERPOL (2018).



Figura 783

Formulario IVC de INTERPOL

Post Mortem (rosa) Formulario de INTERPOL para la IVC - Restos humanos sin identificar Restos odontológicos 600's

Lugar de la catástrofe:		N° PM	
Tipo de catástrofe:			
Fecha de la catástrofe:		Día Mes Año Hombre Mujer Otros Desconocido	
a = No se dispone de datos		b = Anexo c = Más detalles en pág. de información adicional (700)	
DATOS ODONTOLÓGICOS			
610	Material disponible para examen	Control	Muestra extraída
	01 Mandíbulas con dientes	☐ Superior ☐ Inferior	
	02 Mandíbulas sin dientes	☐ Superior ☐ Inferior	
	03 Dientes únicamente	Códigos FDI:	
	04 Fragmentos		
	05 Otros		
615	Imágenes dentales disponibles	1 Digitales 2 Indique número de 3 No digitales 4 Indique número de	
	01 Periapical	☐	
	02 Placa de mordida	☐	
	03 Ortodontomografía	☐	
	04 Tomografía computarizada	☐	
	05 Otras radiografías	☐	
	06 Fotografías	☐	
625	Datos complementarios		
	01 Estado de la mandíbula		
	02 Otros datos		
Recogidos por		Cargo	Firma y fecha
		Nombre	
		Dirección	
		Tel./e-mail	

(E5) Versión 2023

10 de 12

Nota. La imagen muestra el formulario IVC de INTERPOL que utiliza para recabar datos de personas desaparecidas (post mortem), tomado de INTERPOL (2018).



Figura 784

Formulario IVC de INTERPOL odontograma

Post Mortem (rosa) Formulario de INTERPOL para la IVC - Restos humanos sin identificados odontológicos 600's

Lugar de la catástrofe:		N° PM	
Tipo de catástrofe:			
Fecha de la catástrofe:		Día Mes Año Hombre Mujer Otros Desconocido	
a = No se dispone de datos		b = Anexo c = Más detalles en pág. de información adicional (700)	

DATOS ODONTOLÓGICOS		a	b	c
630	Estado de la dentadura (para dientes primarios, indíquese el código específico de la FDI)			
11		21		
12		22		
13		23		
14		24		
15		25		
16		26		
17		27		
18		28		
18 17 16 15 14 13 12 11 DERECHA 21 22 23 24 25 26 27 28 IZQUIERDA				
48 47 46 45 44 43 42 41 DERECHA 31 32 33 34 35 36 37 38 IZQUIERDA				
48		38		
47		37		
46		36		
45		35		
44		34		
43		33		
42		32		
41		31		
635	Datos específicos			
01 Precise	1 ☐ Coronas 2 ☐ Puentes 3 ☐ Implantes 4 ☐ Dentadura postiza 5 ☐ Otros 6 ☐ Conducto radicular	a	b	c
640	Otros resultados			
01 Precise	1 ☐ Oclusión 2 ☐ Erosión dental 3 ☐ Estado periodontal 4 ☐ Supernumerarios 5 ☐ Manchas 6 ☐ Otros			
645	Tipo de dentición			
01 Precise	1 ☐ Dentición primaria 2 ☐ Dentición mixta 3 ☐ Dentición permanente			
647	Edad estimada			
01 Edad (en años o en meses):	Mín. _____ año / Máx. _____ año Mín. _____ mes / Máx. _____ mes			
650	Control de calidad			
Odontólogo forense 1	Fecha: _____ Firma: _____ Nombre: _____			
Odontólogo forense 2 (si procede)	Fecha: _____ Firma: _____ Nombre: _____			
Recogidos por Cargo : _____ Nombre : _____ Dirección : _____ Tel./e-mail : _____		Firma y fecha _____ _____		

(E5) Versión 2023

11 de 12

Nota. La imagen muestra el formulario IVC de INTERPOL que utiliza para recabar datos de personas desaparecidas (post mortem) por medio del odontograma, tomado de INTERPOL (2018)



Figura 785

Formulario IVC de INTERPOL registro de examen radiológico

Post Mortem (rosas) Formulario de INTERPOL para la IVC - Restos humanos sin identific

Anexo 800's

Lugar de la catástrofe:				N° PM			
Tipo de catástrofe:							
Fecha de la catástrofe:	Die	Mes	Año	Hombr	Mujer	Otros	Desconocido
				☐	☐	☐	☐

a = No se dispone de datos

b = Anexo

c = Más detalles en pág. de información adicional (700)

ANEXO - REGISTRO DE EXAMEN RADIOLOGICO (opcional)					a	b	c
852	Modalidad	Rayos X 1 ☐	Tomografía con 2 ☐	Fluoroscopia 3 ☐	Otros (precise): 4		
854	Problemas técnicos	No 1 ☐	Si (precise): 2				
856	Tipo de restos	Humanos 1 ☐	No humanos 2 ☐	Mixto 3 ☐	Incierto 4 ☐		
858	Estado de los restos	Intacto 1 ☐	Incompleto 2 ☐	Partes del cuerpo separadas (precise): 3			
860	Existencia de enfermedades	No 1 ☐	Si (indique más abajo) 2				
862	Tratamiento dental	No 1 ☐	Si (indique más abajo) 2				
864	Implantes	No 1 ☐	Si (indique más abajo) 2				
866	Resultados forenses relevantes	No 1 ☐	Si (indique más abajo) 2				
868	Peligros	No 1 ☐	Si (indique más abajo) 2				
870	Datos complementarios						
872	Imágenes asociadas	No 1 ☐	Si (precise): 2				

Recogidos por	Cargo	:		Fecha y hora	
	Nombre	:			
	Dirección	:			
	Tel./e-mail	:			

Nota. La imagen muestra el formulario IVC de INTERPOL que utiliza para recabar datos de personas desaparecidas (post mortem) por medio del registro de examen radiológico, tomado de INTERPOL (2018).



Anexos



MANUAL DE CRIMINALÍSTICA

Comando Institucional PNP

General de Policía

Óscar Manuel Arriola Delgado

Comandante General

Teniente General

Fredy López Mendoza

Jefe del Estado Mayor General

Teniente General

Augusto Javier Ríos Tiravanti

Inspector General

Teniente General

Luis Jesús Flores Solís

Jefe del Comando de Operaciones Policiales

Comando de la Dirección de Criminalística PNP

General PNP

Carlos Augusto Vargas Mormontoy

Director de Criminalística

Coronel PNP

Edward Christian Parvina Melgar

Secretario

Coronel PNP

Ricardo Navarro Pinedo

Jefe de la División de Laboratorio Criminalístico

Coronel PNP

Elmer Roger Fernández Palacios

Jefe de la División de Investigación en la Escena del Crimen

Coronel PNP

Héctor Fernando Díaz Suclla

Jefe de la División de Identificación Criminalística



Equipo de Asesoramiento Técnico Profesional

Acústica / Imagen / Informática / Telefonía forense

May. S. PNP Shirley Stana Poma Gonzales
S2 PNP Nadia Miluska Herrera Peralta

Antropología / Arqueología forense

May. S. PNP Julio Daniel Lázaro Gonzales

Balística / Explosivos forense

Cmdte. PNP Juan José Rodríguez Villamonte
S1 PNP Marcos Gallardo Rojas

Biología forense

CrnI. S. PNP Margot Huamán Mendieta
Crnl. S. PNP Jessica Alicia Castagnola Alegría
Crnl. S. PNP Lizandrina Pérez Quispe
Crnl. S. PNP Richard Manuel Pinto Gamarra
May. S. PNP Diana Patricia Delgado Arriola

Contabilidad forense

May. S. PNP Miguel Grimaldo Reyes Clemente
May. S. PNP Miguel Ángel Alvites Lévano
SS PNP Pedro Martín Gómez Mejías

Documentología forense

May. PNP Giovanna Del Carmen Castillo Falcón
Cap. PNP Cristian Adolfo Rivas Ccoicca
SB PNP Misael Julio Samaniego Huincho
ST2 PNP Claudia Rebeca Rodríguez Taype
S1 PNP Cristian Luis Ospino Granados
S1 PNP Marcela Pamela Vásquez Bravo

Estomatología forense

May. S. PNP Marco Ignacio Quintanilla Cohello
May. S. PNP Julliana Stephanie Bendeuzú Arias
Cap. S. PNP Sandra Abigail Estrella Santillán
Cap. S. PNP Susan Stephanie Medina Vera
Cap. S. PNP Shirley Allison Chuchón Miranda

Identificación facial forense

Cap. S. PNP David Teodoro Salazar Ramírez
ST3 PNP Jadira Amparo Reyes Andía

Identificación vehicular forense

ST3 PNP Carlos Enrique Nicho Ramos

Ingeniería forense

CrnI. S. PNP Marlene Judith Huarachi Lora
May. S. PNP Jackeline Elizabeth Benavides Luyo
May. S. PNP Deyci María Silva Guillén

Investigación en la escena del crimen

May. PNP Esmeralda Vivanco Vicencio
May. PNP Manuel Alfonso Orrego Aguilar
ST1 PNP Carlos Armando Tapia Gamarra
S1 PNP Edgar Daniel Palomino Chafloque
S2 PNP Gabriel Anthony Quispe Mendoza

Medicina forense

SS. PNP Rene Huamaní Chate

Obstetricia forense

Cap. S. PNP Cintya Ramírez Guillén

Papiloscopía forense

Cmdte. PNP Miryam Melissa Alderete Villarroel
Cap. PNP Maryluz Izaura Ordoñez Rodríguez
SS PNP José Camilo Galarreta Velasquez
SB PNP Percy Jesús Rojas Cantorín
SB PNP César Augusto Ágreda Pérez
ST1 PNP Edgar Ramírez García
ST2 PNP Jorge Williams Lorenzo Cuzcano
ST2 PNP Ronal Jesús Vidal Cueva

Psicología forense

CrnI. S. PNP Héctor Froilán Quiche Pichilingue
Cap. S. PNP Diego Antonio Tarrillo García
Cap. S. PNP Danny Mitsuo Sandívar Tanaka
ST3 PNP Milagros Karina Coaguila Valdivia
ST3 PNP Sandra Haydeé Romero Rodríguez
ST3 PNP Marilia Tessy Espinoza Mora

Química y toxicología forense

CrnI. S. PNP Luis Alberto Inostroza Ruiz
May. S. PNP Ivanner Cenizario Miranda
May. S. PNP Elder Miler Reyes Ávalos
May. S. PNP Alexis Eduardo Lazo Vilchez
Cap. S. PNP Víctor Enrique Bustamante Chu

Asesor Jurídico

May. S. PNP Jessica Catherine Córdova Canal

Asesores externos

CrnI. ® PNP Franklin Antonio Barreto Verástegui
Cmdte PNP Oscar Edgardo Gallardo Bardalez
May. S. PNP Carlos Martín Carrión Mendoza
May. S. PNP Kristhian Fernando Herrera Hurtado
ST1 PNP Rubén Darío Lino Castillo
ST3 PNP Sergio Joel Ventura Chero
May. ® PNP Enrique Eduardo Celiz Torres
Lic. Liz Karolina Ysabel Tarrillo García
Lic. Gilmer Alberto Ruiz Vela

Equipo de edición

CrnI. S. PNP Héctor Froilán Quiche Pichilingue
May. S. PNP Jorge Luis Sandoval Sulca
Cap. PNP Maryluz Izaura Ordoñez Rodríguez
Cap. S. PNP Diego Antonio Tarrillo García
Cap. S. PNP Sandra Abigail Estrella Santillán
Cap. S. PNP David Teodoro Salazar Ramírez
ST2 PNP Claudia Rebeca Rodríguez Taype



Glosario de términos



GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Abrasivo: sustancia o material con capacidad para desgastar otros materiales mediante fricción. Puede ser natural o sintético y es importante en procesos de desgaste intencional o accidental.

Acabado de un arma: apariencia final de presentación de un arma de fuego.

Accesorios: partes adicionales del arma de fuego o de la munición que complementan su funcionamiento, conservación, transporte o modalidad de empleo.

Accidente de tránsito: evento de naturaleza culposa, que se suscita de manera casual, inesperada, no premeditada, siendo previsible y evitable; que ocurre en la vía pública o privada como consecuencia directa de la circulación de vehículos, donde participan los elementos de tránsito, por lo menos un vehículo en movimiento y que tenga como resultado, daños materiales, lesiones o muerte.

Accidente de tránsito en cadena: suceso en que participan por lo menos tres vehículos en movimiento y toman contacto uno detrás del otro.

Accidente de tránsito mixto: denominación del suceso que combina un accidente simple y uno múltiple.

Accidente de tránsito múltiple: suceso en que participan por lo menos dos vehículos en traslación, o un vehículo en traslación y un peatón, o cuando existe interacción de dos o más personas como sujetos activos.

Accidente de tránsito simple: suceso en que participa un solo vehículo en traslación con una relación directa o indirecta del elemento humano.

Accidente eléctrico: Evento producido por el contacto del cuerpo humano con una corriente eléctrica que puede causar lesiones o muerte.

Accidentología vial forense: disciplina científica y técnica que estudia y analiza accidentes de tránsito con el fin de determinar sus causas, circunstancias y responsabilidades, mediante métodos de reconstrucción de hechos y análisis de evidencias físicas, digitales y testimoniales.

ACE-V: Son métodos o procedimientos que se utiliza para el estudio de identificación de una persona, mediante el análisis, comparación, evaluación y verificación.

Acta de toma de muestras gráficas: documento formal en el que se registra la diligencia de obtención de firmas o manuscritos de una persona implicada, bajo las condiciones técnicas y normas establecidas.

Aculturación: adopción y asimilación de elementos culturales de un grupo humano por parte de otro.

Acústica forense: rama de la criminalística que aplica principios científicos e ingeniería acústica al análisis de grabaciones sonoras, para esclarecer hechos e identificar locutores.

ADB (ANDROID DEBUG BRIDGE): herramienta de línea de comandos que permite acceder, controlar y extraer información de dispositivos Android mediante conexión USB, empleada en la adquisición lógica de evidencias.



Adherencias: partículas o microtrazas (polvo, fibras, fragmentos, pintura, etc.) que permanecen sobre superficies tras un contacto físico, y que pueden servir como huella transferida en una escena.

Adquisición forense: proceso de obtención de evidencia digital desde un dispositivo, asegurando su integridad mediante técnicas que evitan alteraciones del original.

Afectación psicológica: alteraciones cognitivas, emocionales, conductuales y psicofisiológicas que se manifiestan como consecuencia de un evento traumático.

AFIS. En inglés (Automated Fingerprint Identification System), es un sistema automatizado de identificación dactilar.

Agente cortante: Objeto con borde afilado capaz de producir cortes en materiales o tejidos.

Agente punzante: Objeto terminado en punta capaz de perforar materiales o tejidos mediante presión.

Agente tóxico: sustancia química que, al ingresar en el organismo, puede generar efectos perjudiciales, temporales o permanentes, dependiendo de la dosis, la vía de administración y el tiempo de exposición.

Agresor sexual: individuo que comete actos de agresión sexual sin consentimiento de la víctima, aprovechando condiciones de vulnerabilidad o fuerza.

Aislamiento (BACT.): obtención de cultivos puros de una especie bacteriana a partir de una mezcla de gérmenes.

Alcance: distancia que recorre un proyectil disparado por un arma de fuego.

Alcoholemia: concentración de etanol en sangre, utilizada como indicador del nivel de intoxicación alcohólica y su posible influencia en la comisión de delitos, expresada en g/L.

Aleación: combinación homogénea de dos o más elementos metálicos (o de un metal y un no metal) que adquiere propiedades físicas y químicas mejoradas.

Almacenamiento en la nube: proceso mediante el cual archivos de video e imagen se transfieren desde dispositivos de grabación a servidores remotos para su respaldo y custodia.

Alteración de la simetría: si ambos lados del rostro son desiguales o asimétricos (IML, 2021).

Alteraciones: se refiere a cualquier modificación intencional de la cara con excepción de las cicatrices.

Alza: órgano de puntería, que se localiza en la parte céntrica superior del armazón. Puede ser fijo, cambiable o regulable en altura y dirección.

Ambigüedad lingüística: uso deliberado o no de expresiones con más de un significado posible; puede influir en la valoración probatoria de un mensaje en contextos judiciales.

Amplitud: máximo desplazamiento de las partículas del medio durante la propagación de una onda sonora; relacionada con la intensidad del sonido.

Análisis cuadro a cuadro: técnica pericial que consiste en revisar detalladamente cada fotograma de un video para identificar eventos, objetos o alteraciones.



Análisis cualitativo: Método químico destinado a identificar los componentes presentes en una muestra.

Análisis cuantitativo: Método químico orientado a determinar la cantidad o concentración de los componentes de una muestra.

Análisis documentoscópico: examen técnico que permite establecer la autenticidad o falsedad de documentos, mediante el estudio del papel, tintas, sellos, impresiones, dispositivos de seguridad y demás elementos físicos.

Análisis grafotécnico: examen pericial destinado a determinar la autenticidad o falsedad de firmas y manuscritos, así como establecer su autoría o procedencia.

Análisis instrumental: Técnicas que emplean instrumentos especializados para determinar propiedades físicas o químicas.

Análisis de integridad: procedimiento técnico que permite detectar manipulaciones, cortes, sobregabaciones o alteraciones digitales en imágenes o videos.

Análisis de metadatos: examen de la información oculta (fecha, hora, dispositivo, geolocalización, códec, entre otros) contenida en archivos digitales.

Análisis discursivo forense: método lingüístico que examina la estructura e intención comunicativa de grabaciones, declaraciones y textos involucrados en procesos judiciales, para determinar significados, intencionalidades o identidades.

Análisis espectral: técnica que examina la distribución de frecuencias en una señal de audio para identificar patrones o detectar manipulaciones.

Análisis forense digital: conjunto de métodos científicos aplicados a medios tecnológicos para adquirir, preservar, analizar y presentar evidencias digitales admisibles en procesos legales.

Análisis forense de video: examen científico y técnico orientado a autenticar, mejorar y analizar grabaciones con fines probatorios.

Análisis organoléptico: técnica de identificación de sustancias basada en la evaluación sensorial (color, olor, textura, consistencia), frecuentemente empleada en hidrocarburos.

Análisis químico en armas: examen de un arma de fuego, mediante reactivos químicos, para detectar la presencia de ciertos compuestos residuales, producto de la acción de deflagración de la pólvora.

Análisis temporal: evaluación de la señal sonora a lo largo del tiempo para identificar cortes, ediciones o alteraciones.

Análisis toxicológico: conjunto de procesos analíticos que permiten evidenciar la presencia de agentes tóxicos en muestras biológicas y no biológicas, incluyendo fases preanalítica, analítica e interpretativa.

Antrópicas: producido o modificado por la actividad humana.

Anatomía topográfica: técnica que consiste en dividir el cuerpo humano en planos y regiones para un estudio balístico.





Apreciación pericial: informe técnico de carácter orientador que se emite cuando el examen se realiza sobre copias fotostáticas o reproducciones, y no sobre documentos originales.

Ángulo de tiro: es el formado por la línea de tiro y la horizontal en el origen de la trayectoria.

Ánima: parte interna del tubo cañón de un arma de fuego.

Anomalía: Característica o condición que se aparta del comportamiento o estado normal esperado.

Ansiforme: núcleo con forma semejante a un asa o arco invertido, caracterizado por una curvatura amplia y suave de las crestas. Se observa en patrones de presilla y constituye una referencia básica para tipologías simples.

Anticuerpos monoclonales: son proteínas del sistema inmunitario creadas en el laboratorio que se unen a objetivos específicos, como las células cancerosas para ayudar a atacarlas.

Apófisis: parte saliente de un hueso, que sirve para su articulación o para las inserciones musculares.

Arco: mitad superior o inferior de la letra "o" o cualquier parte de una letra que representa dicha figura geométrica.

Arma blanca: Objeto con punta, filo o bordes romos utilizado para causar lesiones.

Arma cortante: Instrumento que produce lesiones mediante un borde afilado.

Arma de fuego: Instrumento que dispara proyectiles mediante la expansión de gases por combustión.

Arma de repetición: aquella cuyo sistema de disparo es netamente mecánico y se efectúa por la acción individual del dedo sobre el disparador, para cada una de las presentaciones del cartucho ante el cañón.

Arma punzante: Instrumento que causa lesiones por penetración.

Arma punzocortante: Instrumento que combina penetración y corte.

Arma semi-automática: aquella cuyo sistema de funcionamiento emplea la expansión gaseosa de la pólvora al momento del disparo, para lograr la eyección del casquillo percutado y simultáneamente la introducción de un cartucho nuevo en la recámara, pero sin que se produzca el disparo.

Armas cortas: aquellas armas de fuego de poca dimensión, que se manejan con una mano. Desde el punto de vista de la investigación criminal, las más importantes son las armas de fuego cortas (revólveres y pistolas), por ser las que más a menudo emplea el mundo delincuencia.

Armas de fabricación artesanal o casera: dispositivos mecánicos destinados a ser empleados como armas de fuego y que en muchos de los casos no reúnen tecnología mínima necesaria, pero que son capaces de disparar un cartucho.

Armas largas: aquellas que, para su empleo o manejo, se requiere más de un punto de apoyo o sujeción.

Armazón: parte de la estructura de un arma de fuego, que sostiene todos los elementos constitutivos del mecanismo de disparo.

Arquitectura de redes móviles: conjunto de componentes técnicos (BTS, MSC, red troncal, roaming) que garantizan la conectividad móvil. Su conocimiento es esencial para el análisis del tráfico y ubicación de terminales.



Autenticidad: condición de un documento, firma o manuscrito que acredita haber sido producido por su verdadero autor.

Avancarga: sistema de alimentación por la boca del tubo cañón, en algunas armas de fuego.

AVI: formato contenedor de video desarrollado por Microsoft que combina audio y video en un único archivo, caracterizado por su gran tamaño y baja eficiencia de compresión.

Azimut: ángulo que con el meridiano forma el círculo vertical que pasa por un punto de la esfera celeste o del globo terráqueo.

Azoospermia: ausencia de espermatozoides en el semen. Es una condición que dificulta la detección seminal en pericias forenses, requiriendo análisis de ADN para su confirmación.

B

Balanza analítica: Instrumento de alta precisión para medir masas pequeñas en laboratorio

Balines: proyectiles de plomo con forma definida, para ser usados por carabinas o pistolas neumáticas, aire comprimido o gas.

Balística: ciencia que estudia las armas de fuego, el alcance y dirección de los proyectiles que disparan y los efectos que producen.

Baño electrolítico: capa fina de cobre con que se revisten algunos proyectiles, se hace para lograr una mejor resistencia al rozamiento o fricción que debe soportar en el ánima del arma.

Baqueta: pequeña varilla de plástico o madera, la que unida a otra nos sirve para la limpieza del ánima de las armas de fuego.

Base de tiempo: referencia temporal empleada para sincronizar eventos sonoros en un análisis pericial.

Biocinemática: aplicación de los principios de la cinemática al cuerpo humano para analizar lesiones ocasionadas por impactos vehiculares y su relación con el uso de medidas de seguridad.

Biología forense: rama de la biología aplicada a la criminalística que examina indicios biológicos (sangre, semen, cabellos, uñas, insectos, etc.) para determinar su procedencia y reconstruir los hechos.

Biomecánico: estudio de la aplicación de las leyes de la mecánica a la estructura y el movimiento de los seres vivos.

Biométrica: estudio de medidas o estadístico de los fenómenos o procesos biológicos.

Biometría facial: sistema tecnológico basado en algoritmos matemáticos y de inteligencia artificial que analiza patrones faciales únicos, es decir, distancias, proporciones, geometría y relieves del rostro, con el fin de identificar o verificar la identidad de una persona analizando dichas características únicas de su rostro. El sistema de biometría facial toma una fotografía, extrae puntos clave como la distancia entre los ojos o la forma de la nariz, y los compara con una base de datos para confirmar la identidad. Es utilizada comúnmente para desbloquear dispositivos, verificar la identidad en transacciones bancarias y mejorar la seguridad en procesos de identificación.





Tiene importancia criminalística, ya que permite la identificación facial de personas mediante el análisis de fotografías o videos.

Biometría Papilar: es la identificación de personas mediante el análisis de las crestas y surcos de la piel de los dedos, palmas o plantas (huellas dactilares).

Bitrate: cantidad de bits utilizada por muestra de audio digital, que determina su calidad y tamaño.

Blindaje: protector o cobertura metálica de algunos proyectiles.

BODYCAM (cámara corporal): dispositivo de grabación portátil utilizado principalmente por agentes de seguridad para registrar intervenciones en tiempo real.

Bootloader / Modo DFU / Recovery: modos de arranque que permiten el acceso técnico al sistema operativo del dispositivo. En pericia forense, se utilizan para realizar extracciones avanzadas sin alterar la información original.

Borde romo: Superficie sin filo que no corta, pero puede causar lesiones por impacto o compresión.

Bucle: es la unión de un trazo fino con un magistral. estos pueden ser: a) angulosas, menos abierto, b) ovalado y c) ciego, empaste o buchado, digestionado debido a que su óvalo está cubierto totalmente.

Buchado: se llama así al bucle, cuando se presenta empastado.

Bucle textil: Lazada o estructura en forma de bucle formada durante la fabricación de tejidos de punto.

Buril: instrumento de acero, para grabar metales.

Bustofedón: escritura antigua de los griegos que se alternaba en los dos sentidos, dextrógiro y sinistrógiro.

C

Cadena de custodia: procedimiento técnico documentado que garantiza la integridad de la evidencia recolectada en la escena del crimen, desde su obtención hasta su presentación a nivel judicial. Asegura la trazabilidad, autenticidad y validez legal de las evidencias.

Cadena de eventos: eslabonamiento sucesivo de los hechos o evolución del accidente hasta la posición final, concebido también como el desarrollo de las fases del accidente de tránsito.

Caja de escritura: espacio comprendido entre dos rectas paralelas tangentes a las partes superiores o inferiores de las letras cortas de la zona media.

Cajón de mecanismos: parte de las armas de fuego, que contienen las piezas pertenecientes a algunos de los sistemas de disparo, seguro, alimentación, etc.

Calcinación: es el proceso de calentamiento extremo que sufre un material hasta su descomposición o transformación, dejando un residuo mineralizado, un proceso que se aplica a elementos combustibles (orgánicos o inorgánicos).

Calibre: el calibre de un arma rayada está dado por la medida del diámetro interno (ánima) del tubo cañón en las armas de fuego.



Calibre nominal: es la medida convencional dada a los cartuchos y que en realidad es mayor que el calibre real. Se expresa en pulgadas.

Calibre real: es el diámetro real del interior del tubo cañón y que se puede dar entre una entrante y una saliente, cuando el número de rayas es impar. Se expresa en milímetros.

Calliphoridae: familia de moscas necrófagas comúnmente asociada a cadáveres en descomposición; es utilizada como referencia para estimar el intervalo post mortem.

Cámara IP: cámara digital que transmite video a través de redes IP, permitiendo acceso remoto, grabación en alta resolución y monitoreo en tiempo real.

Campo de visión: Área observable a través del microscopio en una sola observación, determinada por el aumento utilizado.

Carabina: arma de fuego más corta que el fusil, tiene un rayado a todo lo largo de la cara interna del cañón y está destinada a disparar un solo proyectil a la vez. También puede ser utilizada para hacer disparos con perdigones pequeños.

Carbonización: proceso químico y térmico mediante el cual un material orgánico se descompone por acción del calor, dejando residuos carbonosos; además, la NFPA (2024) la define como el proceso de quemado o pirolizado del material carbonoso, que presenta un aspecto renegrido.

Carga de proyección: es la pólvora que contiene un cartucho (unidad que carga).

Casquillo: es un cuerpo cilíndrico que contiene los demás elementos del cartucho (vaina); generalmente es de metal para los cartuchos de bala; y de cartón o plástico engarzado en un culote de metal, para los cartuchos de perdigones (caza).

Casquillo incriminado (vaina): cuerpo cilíndrico que contenía el proyectil de un cartucho de arma de fuego, que ha sido levantado, recogido o remitido al perito criminalístico en la escena de un hecho delictuoso, para su examen balístico.

Casquillo testigo (vaina): cuerpo cilíndrico que contenía el proyectil de una unidad de carga (cartucho), que ha sido percutada por un arma de fuego (revólver, pistola, etc.), sujeto a estudio pericial.

Cavitación ultrasónica: Técnica que emplea ondas en líquidos para generar microburbujas que ayudan a revelar estructuras o limpiar superficies.

CCTV: sistema de videovigilancia compuesto por cámaras, monitores y grabadores, empleado para seguridad y registro de eventos.

CEBO: pequeña porción de explosivo, con la que se provoca la inflamación de la carga de proyección.

Cintillo de seguridad: hilo de polímero insertado en el sustrato durante la fabricación del papel, visible a contraluz o mediante luz UV, que sirve como mecanismo de autenticación.

Citrokinesia: capacidad de la mano para desarrollar un movimiento rápido que supera a la escritura normal.





Chip-OFF / JTAG / ISP: técnicas de extracción a nivel de hardware que permiten la lectura directa de la memoria del dispositivo cuando los métodos por software no son viables.

Cibercrimen: actividad delictiva cometida mediante sistemas informáticos, redes de comunicación o entornos digitales.

Cifrado de dispositivos móviles: sistema de seguridad que protege la información mediante algoritmos criptográficos. Constituye un reto técnico en la adquisición forense de datos.

Cinemático: rama de la física que estudia el movimiento prescindiendo de las fuerzas que lo producen.

Codificación (CÓDEC): proceso que transforma una señal analógica digitalizada en datos binarios comprimidos para su almacenamiento o transmisión.

Código de compresión: algoritmo que reduce el tamaño de los archivos de video sin afectar significativamente la calidad (ej. H.264, H.265, MPEG).

Coetáneas: muestras elaboradas en una época próxima a la del documento cuestionado, que puede ser antes o después de su fecha.

Cognitivo: perteneciente o relativo al conocimiento.

Coherencia terminológica: principio técnico que asegura el uso uniforme de términos jurídicos y lingüísticos en toda la traducción de documentos procesales.

Columna de fraccionamiento: Dispositivo utilizado en destilación para separar componentes de una mezcla según sus puntos de ebullición.

Combustión: sistema empleado para hacer aparecer ciertos escritos borrados con caucho, por medio de una plancha caliente.

Combustible: Sustancia capaz de sufrir combustión.

Combustión: reacción química exotérmica entre un combustible y un comburente (generalmente oxígeno), que produce calor y luz.

Combustión de la pólvora: la pólvora al ser inflamada por la explosión del fulminante, en su deflagración genera brusca e instantáneamente gran cantidad de gases, los mismos que al expandirse dentro del casquillo o cartucho, producen una fuerza instantánea.

Comparación (muestras de): documentos auténticos utilizados como referencia para cotejar con las muestras cuestionadas.

Comparación de hablandes: técnica pericial que evalúa similitudes acústicas y fonéticas entre voces indubitadas y dubitadas para determinar identidad.

Compulsación gráfica: proceso técnico de comparación entre las muestras cuestionadas y las de cotejo, registrando semejanzas y diferencias.

Compresión de audio: procedimiento que reduce el tamaño de archivos sonoros eliminando información redundante o imperceptible.





Cóncava: escritura que adquiere una curvatura inferior respecto al plano horizontal.

Confidencialidad forense: principio ético y legal que obliga al perito forense a mantener en reserva la información sensible a la que accede durante su labor pericial.

Cono de unión: parte del tubo cañón que sirve para unir la recámara con el ánima, facilita el encastre del proyectil en el mismo.

Conservación de la cantidad de movimiento: principio físico que permite estimar velocidades iniciales de vehículos a partir de sus masas y trayectorias post-impacto.

Conservación de la energía: principio físico que establece que la energía no se destruye, solo se transforma. En colisiones, se convierte en deformaciones vehiculares, calor y transferencia a los ocupantes.

Contramuestra: segunda muestra recolectada en paralelo a la original, conservada para realizar un análisis independiente y verificar la validez del resultado inicial.

Contrafacción: falsificar un manuscrito por el sistema de imitación servil.

Contusión: lesión producida por impacto de un objeto contundente.

Convexa: escritura que adquiere curvatura superior respecto al plano horizontal.

Convergencia papilar: acercamiento o aproximación de crestas papilares hacia un punto central, característico de zonas próximas al núcleo o de la formación de espirales y presillas.

Correspondencia dactilar; Es la coincidencia entre huellas digitales que confirma que pertenecen a la misma persona.

Cornícula: final delicado, ascendente y autiforme, que de forma regular se aprecia en las letras a, e, i, m, n, s.

Corrosión: proceso químico o electroquímico que degrada un material metálico por reacción con su entorno.

Cotejo: operación técnica que consiste en confrontar dos muestras, una dubitada y otra indubitada, mediante un estudio comparativo de sus características, con el fin de determinar si proceden del mismo origen.

Cotejo bilingüe: procedimiento de verificación que compara la traducción con el texto original para garantizar exactitud, fidelidad y ausencia de omisiones o adiciones.

Cotejo de niveles: es el estudio comparativo de daños y/o lesiones que evidencian las unidades participantes en un accidente, para permitir establecer la relación entre causa y efecto.

Craneotomía: intervención quirúrgica que consiste en abrir el cráneo para acceder al cerebro, ya sea extrayendo un trozo de hueso temporalmente o perforando el cráneo.

Creacionista: teoría que, en contraposición a la de la evolución, defiende que cada una de las especies es el resultado de un acto particular de creación.

Credibilidad testimonial: evaluación de la consistencia, coherencia y plausibilidad del relato de una víctima o testigo, utilizando herramientas psicológicas validadas.





Cresta continua: Cresta papilar que mantiene su trazado sin interrupciones, bifurcaciones o cambios abruptos. Aunque no es una minucia en sí misma, sirve de referencia para identificar alteraciones.

Crestas cubitales: Son crestas que se orientan hacia el lado del cúbito (meñique) del dedo. Son esenciales para la clasificación en diseños sinistrodeltos o dextrodeltos.

Cresta degenerada: Cresta cuyo grosor, continuidad o morfología se encuentran deteriorados por envejecimiento, fricción o patología.

Cresta desviada: Cresta que cambia bruscamente su dirección, creando un punto de inflexión reconocible. Es útil para ubicaciones comparativas y para análisis de dirección del flujo papilar.

Crestas radiales: Son crestas que se orientan hacia el lado del radio (pulgar) en un dedo específico. Este término se utiliza para describir la dirección de ciertos patrones en relación con la anatomía de la mano.

Criptografía: sistema de escritura convencional que se usa para mensajes secretos y confidenciales.

Crisografía: escrituras grabadas mediante oro.

Cromatografía: técnica analítica de separación y cuantificación de sustancias químicas basada en la distribución diferencial de los componentes de una mezcla. Puede ser en capa fina, de gases o líquida.

Cromatografía de capa fina: técnica cromatográfica sencilla y de bajo costo que utiliza una placa recubierta con una fase estacionaria sólida sobre la cual se desplaza una fase móvil líquida. Permite la separación cualitativa y comparación rápida de compuestos, siendo útil en la identificación preliminar de drogas, venenos y otros analitos forenses.

Cromatografía de gases: técnica analítica empleada para separar, identificar y cuantificar compuestos volátiles mediante su distribución entre una fase móvil gaseosa y una fase estacionaria contenida en una columna. Es ampliamente utilizada en el análisis forense para la detección de drogas, solventes y otras sustancias orgánicas.

Cromatografía líquida: método de separación basado en la interacción diferencial de los componentes de una mezcla con una fase móvil líquida y una fase estacionaria sólida o líquida. Su alta sensibilidad y precisión la hacen fundamental en el análisis de fármacos, metabolitos y contaminantes en matrices biológicas y ambientales.

Cualidades del sonido: propiedades del sonido (tono, intensidad, duración y timbre) que permiten diferenciar ondas acústicas.

Cubrellamas: accesorio que utiliza la mayoría de los fusiles y que sirve para atenuar el fogonazo, al momento del disparo.

Cuerpo ovalar: parte curva cerrada de las letras como o, a, g, también llamada panza u óvalo.

Cuestionada (muestra): documento, firma o manuscrito cuya autenticidad o procedencia está en duda.

Culote: es la base del casquillo y que contiene al fulminante.

Culturalista: conocimiento del ser humano por medio de su cultura

Cuneiforme: escritura hecha en forma de cuña, común en inscripciones asirias y persas.



Curva de destilación: Representación del comportamiento de un combustible durante la destilación.

Cutáneo: o cutánea, perteneciente o relacionado a la piel.

Cutícula: capa externa del cabello formada por escamas queratinizadas, cuyas características microscópicas son útiles para identificación individual o comparativa.

D

Dactilogramas geminados: formación nuclear donde se observan dos núcleos similares, simétricos o cercanos entre sí, cada uno con su propio flujo de crestas. Suele presentarse en vertículos complejos y puede generar confusión con espirales dobles.

Decibelio (DB): unidad de medida de la intensidad sonora, proporcional a la amplitud de la onda acústica.

Decúbito: posición que toman las personas o los animales cuando se echan.

Deepfake: técnica basada en inteligencia artificial que permite crear videos falsos realistas, representando un desafío para la autenticación forense.

Deflagración: para la ingeniería es el fenómeno de combustión rápida que se propaga a velocidad subsónica a través de un medio combustible. En el contexto de la balística forense es un fenómeno físico-químico que se presenta en un explosivo de bajo poder, por cuyo efecto se transforman ardiendo súbitamente con llama y sin explosión, generando una gran cantidad de gases que, al expandirse en el interior del cartucho, provoca el desplazamiento del proyectil fuera del casquillo.

Deformación: la que se produce en un proyectil al impactar en un cuerpo duro y resistente. Pueden ser a consecuencia del disparo en sí o por torpeza en el momento de recogerse el proyectil (desconocer la técnica); también se presentan por hechos accidentales que se producen en hospitales, morgues, cuando los proyectiles son sacados en una intervención quirúrgica o examen, dejándose huellas del instrumento utilizado para ello. (Ej.: dientes de ratón).

Deformación cristalina: Alteración de la estructura interna de los cristales metálicos causada por esfuerzos mecánicos o térmicos.

Deformación vehicular: alteración estructural generada por el impacto, útil para calcular la magnitud de la energía involucrada en una colisión.

Densidad: relación entre masa y volumen de un cuerpo. Es un parámetro físico clave para la identificación de materiales.

Densidad de la pólvora: relación de proporción entre el peso y volumen de los gránulos de pólvora, que ejercen efectos físicos al momento de la deflagración, sobre la temperatura y/o presión de los gases.

Derecho a intérprete: garantía jurídica reconocida en instrumentos internacionales (ONU, 1966; CEDH, 1950) y normas nacionales (CPP, art. 87) que asegura la participación plena de personas que no dominan el idioma del proceso.

Derivatización: técnica química que modifica un analito para mejorar su volatilidad, estabilidad o detectabilidad, facilitando su análisis por cromatografía gaseosa o cromatografía líquida.





Dermatoglifos: conjunto total de patrones papilares formados por crestas y surcos presentes en la piel de las yemas de los dedos, palmas de las manos y plantas de los pies. Representan estructuras determinadas genéticamente y desarrolladas durante el periodo embrionario, son los patrones que permanecen únicos e inalterables para cada persona a lo largo de la vida, salvo en casos de lesiones profundas.

Desabastecer un arma: acción de extraer los cartuchos de un depósito, por medio del cerrojo, eyector o la varilla extractora.

Desarme ordinario de un arma: Es el realizado por una persona sin ninguna supervisión, para conservar el arma en buen estado de limpieza y mantenimiento. Comprende el desmontaje del portamosquetón, baqueta, cerrojo y mecanismo de repetición.

Desarme total de un arma: es el desmontaje total de un arma, realizado por un armero, el que normalmente cuenta con las herramientas apropiadas.

Desgarro himeneal: ruptura parcial o total de la membrana himeneal; su data y características (reciente o antigua) tienen valor pericial en investigaciones de delitos sexuales.

Desgaste: Pérdida progresiva de material debido al uso, fricción o contacto repetitivo entre superficies.

Desmontaje: desarticulación de las piezas componentes de un arma de fuego.

Desproveer un cargador: es quitar los cartuchos que contiene este.

Despiste: pérdida parcial o total del contacto de las llantas con la vía, que puede originar otros tipos de accidentes.

Destilación: técnica de separación de componentes líquidos basada en sus diferentes puntos de ebullición.

Detector de rayos gamma: Instrumento utilizado para medir y detectar radiación gamma emitida por fuentes radiactivas.

Detonación: combustión de alta velocidad, pero progresiva como la deflagración. En la detonación el tiempo en que el explosivo se convierte en gas, es mucho más reducido que en el caso de la deflagración, pero la combustión se lleva a cabo también por capas paralelas de la periferia al centro (los fulminantes detonan).

Diagrama: dibujo hecho a escala que representa gráficamente el detalle secuencial del accidente.

Digitalización de sonido: conversión de una señal analógica en digital mediante muestreo, cuantificación y codificación.

Digital video recorder (DVR): dispositivo que digitaliza señales analógicas de cámaras y las almacena en discos duros.

Dimensión: se aprecia la altura y extensión del grafismo en relación a las letras cortas, sobresalientes, altas y bajas dentro de la caja del renglón.

Dimorfismo: condición de las especies animales o vegetales que presentan dos formas o dos aspectos anatómicos diferentes.

Dinamómetro: instrumento utilizado para medir fuerzas aplicadas en vehículos durante reconstrucciones técnicas.





Dirección: ascendencia o descendencia del grafismo respecto a la horizontal.

Dirección IP: identificador único asignado a un dispositivo conectado a una red; permite ubicar e identificar equipos dentro de internet o redes locales.

Directriz: es la dirección que sigue la línea de las crestas papilares, lo que determina sus características, morfología y disposición en el diseño papilar.

Discurso probatorio: conjunto de expresiones lingüísticas que forman parte de la evidencia judicial, susceptibles de análisis y traducción especializada.

Disfrazamiento gráfico: variación intencional de la escritura normal para negar autoría y evitar identificación.

Disgrafía: dificultad para escribir por alteraciones musculares o nerviosas.

Disímil: desemejanza entre letras o palabras en su forma o características.

Dislexia: disfunción parietal o parieto-occipital que dificulta la lectura adecuada; puede ser hereditaria.

Disparador o gatillo: es una pieza de acero en forma de medialuna, que se encuentra ubicada en la parte céntrica e inferior del armazón, protegida por el guardamonte.

Disparos experimentales: son aquellos que se realizan en forma experimental en un cajón de pruebas y que son necesarios para tomar las impresiones del ánima del tubo cañón, en el proyectil, así como las dejadas en el casquillo por el percutor y cubeta de percusión.

Dispersión de los proyectiles: ciencia relativa a la teoría del tiro, que estudia la aplicación del cálculo de probabilidades (probabilidad de dar en el blanco).

Disposición papilar: se refiere a la dirección y organización geométrica que adoptan las crestas papilares dentro del dibujo papilar. Comprende la forma, inclinación, convergencia, divergencia, curvatura y continuidad de las crestas.

Distancia del tiempo de reacción: espacio o distancia comprendido entre la percepción del estímulo y el inicio de la respuesta.

Distorsión de barril: un tipo de distorsión de la lente que se observa como líneas rectas que parecen curvarse desde el centro de la imagen, con el centro de la imagen agrandado.

Divergencia papilar: separación progresiva entre dos crestas que inicialmente se encontraban próximas. Indica cambios en el flujo del diseño y sirve para localizar zonas clave como deltas y núcleos.

Doble rayado: son improntas (marcas, señas, características) que aparecen cerca de la zona de la cabeza y sobre la base de un proyectil disparado por un arma de fuego que tenga recámaras múltiples (revólveres); se presentan cuando no hay continuidad entre la recámara y el cañón del arma de fuego, cuando se usa versión más corta en lugar de cartucho normal y cuando las estrías del cañón se inician más allá de donde se apoya el proyectil.

Dosaje etílico: determinación analítica de la concentración de alcohol etílico en sangre u otros fluidos, expresada en g/L.



Droga: sustancia natural o sintética que, al ser introducida en el organismo, modifica funciones fisiológicas o psicológicas; su análisis permite determinar la naturaleza, pureza y concentración del compuesto para establecer su relación con posibles delitos de tráfico, consumo o intoxicación.

Dubitada: Es una huella, firma o evidencia cuya identidad u origen es desconocido y debe ser analizado o comparado.

DVD (Disco Digital Versátil): disco digital del mismo tamaño que un CD, pero con una capacidad de almacenamiento de datos, imagen o sonido quince veces mayor.

E

Ebullición: proceso físico mediante el cual un líquido pasa a estado gaseoso a una temperatura específica.

Efracción: Daño o ruptura de elementos como puertas o cerraduras producido por ingreso forzado.

Elemento constrictor: Material o instrumento que ejerce presión sobre el cuello durante la ahorcadura.

Elementos identificatorios: son datos o características singulares que permiten distinguir a una persona frente a otras. Pueden ser: biológicos (ADN), biométricos (huellas dactilares), físicos (cicatrices), biográficos (generales de ley), documentales (DNI), técnicos (direcciones IP) o sociales (firmas).

Elemento suscriptor: cualquier elemento o instrumento que sirve para generar trazos.

Embalaje: proceso de colocar las evidencias biológicas en sobres, cajas o contenedores adecuados para preservar su integridad y trazabilidad.

Empuñadura: Parte de un objeto o arma diseñada para ser sostenida con la mano.

Endocraneal: situado o que ocurre en el interior del cráneo.

Energía cinética: Energía que posee un cuerpo debido a su movimiento.

ENFSI (EUROPEAN NETWORK OF FORENSIC SCIENCE INSTITUTES): red europea que emite directrices técnicas para el análisis de autenticidad e identificación de hablantes.

Enlaces: unión de un rasgo final con uno inicial.

Enmienda: consiste en falsificar un documento mediante el añadido de unos pocos trazos puestos sobre una palabra para modificarla o inclusive superponiendo otra.

Enrolamiento dactilar: Es el registro digital de las huellas digitales de una persona para su identificación biométrica.

Entomofauna: conjunto de especies de insectos presentes en un cadáver o escena, útil para estudios entomológicos forenses.

Entomología: parte de la zoología que trata de los insectos.





Entomología forense: rama de la biología forense que utiliza insectos y otros artrópodos asociados a cadáveres para estimar el tiempo transcurrido desde la muerte.

Episcopía: aparato de proyección para estudios de escrituras mediante un gran aumento.

Equicircunstanciales: muestras obtenidas en condiciones similares a las del documento cuestionado, tales como tipo de papel, instrumento escribiente o posición del autor.

Equimosis: infiltración de sangre en la dermis por ruptura capilar, que cambia de color con el tiempo y permite estimar la data de la lesión mediante cronocromodiagnóstico.

Erosión: levantamiento de la cutícula del papel en la superficie escrita, a causa de los borrados mecánicos o físicos.

Erradicación mecánica: se basa en un elemento duro, que es realizado mecánicamente. a) jebe borrador. b) raspado.

Erradicación química: es la acción o aplicación de sustancias químicas para hacer desaparecer los trazos de la tinta. a) cloruros decolorantes. b) permanganato de potasio.

Esbozo: falsificación hecha sobre o previo, a lápiz o por medio del papel carbón.

Espectrograma: representación visual de frecuencias sonoras a lo largo del tiempo; herramienta clave en el análisis acústico forense.

Espectrometría de masas: técnica que permite identificar sustancias químicas mediante la medición de la masa y la carga de sus iones, muy utilizada en confirmaciones toxicológicas forenses.

Espermatología forense: especialidad de la biología forense que estudia el semen y las manchas seminales en la investigación de delitos sexuales.

Espontáneas (muestras): escrituras o firmas realizadas con naturalidad y sin conocimiento de que serían usadas para análisis pericial.

Estereotipia: significa la fijación de tipos por medio de metales. Repetición automática de actitudes, palabras o de gestos.

Estigma: el rasgo normal de una escritura sospechosa que coincide con el mismo rasgo en la escritura corriente del sujeto sospechoso (idiotismo gráfico).

Estratigrafía: estudio de los estratos arqueológicos, históricos, lingüísticos, sociales.

Estriamientos concéntricos: son fracturas en forma de aros concéntricos que sufre el vidrio al ser perforado por un proyectil.

Estrías: son micro-rayas que aparecen sobre el cuerpo del proyectil y que puede estar en el interior de los campos o macizos.

Etnocéntrico: tendencia emocional que hace de la cultura propia el criterio exclusivo para interpretar los comportamientos de otros grupos, razas o sociedades.





Etnográfico: estudio descriptivo de la cultura popular.

Evidencia acústica: registro sonoro con valor probatorio en un proceso judicial.

Evidencia biológica: elemento físico de naturaleza orgánica recolectado en una escena del crimen susceptible de análisis pericial.

Evidencia digital: información con valor probatorio contenida en dispositivos electrónicos o transmitida por redes, susceptible de análisis mediante métodos forenses.

Evidencia física: todo objeto, sustancia o material tangible que puede ser recolectado y analizado científicamente para vincular un hecho con su autor.

Evidencia mecánica: tipo de evidencia que resulta de interacciones físicas entre cuerpos, como impactos, cortes, compresiones o fricciones.

Evidencia no volátil: datos almacenados en medios secundarios (discos duros, memorias USB, tarjetas SD) que se conservan aun sin energía eléctrica.

Evidencia volátil: información temporal almacenada en memoria RAM u otros medios que desaparece al apagar el dispositivo.

Extrapolar: aplicar a un ámbito determinado conclusiones obtenidas en otro.

Examen ectoscópico: inspección visual detallada de la superficie corporal, orientada a identificar, clasificar y datar lesiones externas; estableciendo su naturaleza, mecanismo de producción y cronología.

Excoriación: lesión superficial originada por fricción tangencial de un objeto sobre la piel, sin afectar capas profundas.

Explosivo: sustancia capaz de descomponerse químicamente en un momento determinado, originando gran cantidad de gases, provocando con esto, altas temperaturas y muy fuertes presiones.

Exhumar: desenterrar un cadáver o restos humanos.

Exprofesas (muestras): muestras obtenidas expresamente a solicitud de la autoridad competente, mediante técnicas y procedimientos utilizados por personal especializado de grafotecnia, para su uso como elementos de cotejo.

Extracción: procedimiento para aislar un componente de una mezcla, generalmente mediante solventes.

Extracción física: obtención de una imagen bit a bit de la memoria del dispositivo, incluyendo datos eliminados o inaccesibles al usuario.

Extractor-eyector: piezas que se encuentran en el cajón de mecanismos y que en conjunto van a realizar la expulsión del casquillo percutado en una pistola.

F

Factores de alteración: variables físicas, químicas o biológicas que pueden degradar las muestras biológicas (temperatura, humedad, luz, tiempo).





Factores de riesgo: variables individuales, relacionales, comunitarias o sociales que incrementan la probabilidad de que un sujeto incurra en conductas delictivas.

Factores de vulnerabilidad: condiciones personales, sociales o ambientales que aumentan el riesgo de victimización, como discapacidad, historial de violencia, consumo de sustancias, entre otros.

Falanges: cada uno de los huesos de los dedos, que se distinguen con los adjetivos ordinales primera, segunda y tercera: por lo que, cada dedo tiene 3 falanges (distal, media y proximal), comenzando a contar desde el metacarpo o el metatarso, a excepción del pulgar que cuenta con dos falanges (proximal y distal).

Falla estructural: Daño o colapso de una estructura causado por defectos de diseño, materiales, construcción o factores externos.

Falso tatuaje: es aquel tatuaje o dibujo formado por los gránulos de pólvora adheridos a la piel luego de la deflagración y que son susceptibles de caerse o ser desprendidos por no haberse adherido fuertemente a la superficie.

Falsos amigos jurídicos: términos que se asemejan en forma entre dos idiomas, pero difieren en significado, lo cual puede generar errores de traducción con consecuencias legales.

Falsos positivos: reacciones positivas en pruebas presuntivas que no se deben al analito buscado (por ejemplo, reacciones hemáticas con agentes químicos no sanguíneos).

Fanerología forense: estudio pericial de faneras (cabellos, uñas, pelos, plumas, escamas) con fines de identificación o reconstrucción de hechos.

Fase anágena: etapa de crecimiento activo del cabello, útil en la determinación de la vitalidad del pelo en análisis tricológicos.

Fase analítica: proceso de laboratorio orientado a identificar y/o cuantificar sustancias tóxicas utilizando técnicas químicas e instrumentales de alta sensibilidad y especificidad.

Fase catágena: etapa de transición en el ciclo de crecimiento capilar.

Fase postanalítica o interpretativa: etapa donde se analizan los resultados toxicológicos obtenidos para elaborar un informe pericial con valor legal.

Fase preanalítica: etapa inicial del análisis toxicológico que comprende la recolección, rotulado, transporte y registro de muestras, así como la evaluación de la información clínica y circunstancial del caso.

Fase telógena: etapa de reposo del cabello, que permite determinar si un pelo fue desprendido *post mortem* o en vida.

Fatiga del material: Deterioro progresivo de un material debido a cargas repetitivas que generan grietas o fracturas.

Fiabiles (muestras): muestras que otorgan certeza sobre su procedencia y legitimidad, sin riesgo de error o manipulación fraudulenta.





Fibrillas de seguridad: pequeños filamentos de colores incorporados en la masa del papel, visibles a simple vista o bajo luz ultravioleta, utilizados como dispositivo de autenticación.

Fibrilación ventricular: Alteración del ritmo cardíaco por corriente eléctrica.

Filiación gráfica: correspondencia de escritura o firmas entre padres e hijos y otros.

Filiforme: escritura hecha con una calidad de línea muy poco densa y fina, que busca la semejanza del hilo.

Filigrana: marca de agua incorporada al papel durante su fabricación, visible al trasluz y utilizada como elemento de seguridad para verificar la autenticidad del soporte.

Fino o perfil: trazo ascendente, donde la presión es hábil, cuyo movimiento escritural se debe a la extensión, abducción ejercida por el brazo.

Fisiológico: hace referencia a las funciones naturales que tienen lugar en los seres vivos.

Firma: representación gráfica personal utilizada para identificar a un individuo, con características únicas que permiten su análisis pericial.

Firma auténtica: forma o conjuntos de formas gráficas (firmas) que proviniendo de su titular de manera honesta y en un tiempo determinado mantiene constantes sus características gráficas de valor identificatorio.

Flexión: Deformación de un elemento cuando se somete a una carga que lo dobla.

Forenses: expertos que aplican métodos científicos en el ámbito judicial para investigar delitos o analizar pruebas.

Forma: cómo es el punto (bifurcación, islote, terminación, etc.).

Formación embrionaria papilar: proceso que ocurre entre el cuarto al sexto mes de gestación, periodo durante el cual se establecen las crestas papilares. Las fuerzas mecánicas, el crecimiento diferencial de la epidermis y los movimientos intrauterinos determinan la disposición final de las crestas papilares.

Formato contenedor: estructura que integra flujos de datos (video, audio, subtítulos) en un solo archivo, como MP4, MOV o AVI.

Formato de audio: estructura digital de almacenamiento que define compresión, calidad y extensión del archivo (ej. WAV, MP3, FLAC).

Fórmula dactilar: expresión alfanumérica que resume la clasificación completa de los diez dedos de un individuo. Permite indexar y recuperar archivos de forma sistemática.

Fotograma (frame): cada una de las imágenes fijas que conforman una secuencia de video; se mide en fotogramas por segundo (fps).

Fotogrametría: procedimiento para obtener planos de grandes extensiones de terreno por medio de fotografías aéreas.

Fractura: Ruptura total o parcial de un material debido a esfuerzos mecánicos o defectos internos.

Fragmento dactilar: Es una parte parcial de una huella digital utilizada para identificación biométrica o peritaje.





Framerate (velocidad de fotogramas): número de imágenes mostradas por segundo en un video; determina su fluidez visual.

Fraude documental: acción deliberada que busca engañar mediante la creación, alteración o uso indebido de documentos con apariencia legítima.

Frecuencia: número de vibraciones por segundo de una onda sonora; determina el tono percibido.

Fricción: resistencia que se opone al movimiento de un cuerpo sobre otro. Genera marcas visibles e invisibles útiles en reconstrucciones forenses.

Fuerza de impacto: resultado de la interacción entre vehículos durante una colisión; depende de masa y velocidad.

Fuerza gravitacional: Fuerza de atracción de la Tierra.

Fuerza tensional: Fuerza que estira un material.

Fulminato de mercurio: sustancia explosiva utilizada como carga fulminante.

Fundente / fundir: sustancia que facilita la fusión de materiales a menores temperaturas o proceso mediante el cual un sólido se transforma en líquido.

Fusiones papilares: unión de dos o más crestas que confluye en una estructura única dentro del diseño. Puede ser un rasgo natural o producto de deformación. Su reconocimiento es relevante en el análisis morfológico.

G

Galena: mineral compuesto por sulfuro de plomo (PbS), de gran interés pericial por su frecuencia en contextos industriales y mineros.

Gancho: clase de punto de ataque. Se configura por un movimiento inicial contrario a la dirección del trazo de génesis, ocurre a veces que el gancho se junta o no aparece, porque el movimiento inicial contrario no dejó huella, entonces el punto de ataque será recto. Se da en los rasgos finales como efecto de la velocidad escritural.

Gesto gráfico: hábitos escriturales o gráficos que producen configuraciones especiales propias del titular y que sirven para identificarlo y diferenciarlo de los demás.

Geofísica: parte de la geología que estudia la física terrestre.

Georradar (GPR): tecnología no invasiva utilizada para detectar estructuras bajo la superficie, relevante en investigaciones periciales de prospección técnica

Gladiolada: clase de escritura por su dimensión. cuando las letras de las palabras van disminuyendo progresivamente de altura, o las líneas se van reduciendo de tamaño en los finales del renglón.

Glándulas sudoríparas ecrinas: glándulas responsables de la termorregulación del cuerpo mediante la secreción de sudor acuoso y casi inodoro que emerge a través de los poros sudoríparas liberándose directamente en la superficie de la piel. Su funcionamiento explica la formación natural de huellas latentes, al depositar sustancias orgánicas e inorgánicas sobre superficies.





Gradiente de temperatura: Variación progresiva de temperatura entre dos puntos de un sistema o espacio.

Grafía: escritura de una palabra, con respecto a las letras que entran en ella.

Grafística: parte de la documentología que se relaciona a la escritura, tiende a verificar la falsedad gráfica y determina el autor del manuscrito.

Grafito: mineral negro agrisado, compuesto de carbono cristalizado y una corta cantidad de hierro, que se usa principalmente para hacer lápices y crisoles refractarios.

Grafología: arte que tiene por objeto el estudio de la escritura de una persona como medio de conocer por ella su carácter y otras circunstancias.

Grafometría: medir la escritura, examinar la proporción, altura, ángulo, longitud y demás medidas de la escritura, para relacionarlas entre sí y también con distintos tipos o series.

Gravimetría: Método analítico basado en la medición precisa de la masa para determinar la cantidad de una sustancia.

Grupo sanguíneo: clasificación de la sangre según el sistema ABO, útil para análisis orientativos de manchas hemáticas.

Gofrado: técnica de impresión en relieve empleada en documentos oficiales como medida de seguridad para prevenir falsificaciones.

Guantete: es un guante pequeño o fragmento de guante usado como evidencia.

Guilloché (fondos de seguridad): patrón geométrico complejo impreso en documentos para impedir su reproducción mediante escaneo o fotocopia.

H

Haz de electrones: Flujo controlado de electrones utilizado en microscopía electrónica para analizar muestras.

Hélix: borde exterior curvo del oído.

Halo erosivo, contusivo: es la zona de contusión que deja el proyectil de arma de fuego, por efecto del golpe en un primer momento.

Hematología forense: rama de la biología forense que estudia la sangre y sus patrones con fines identificatorios y reconstructivos.

Hermenéutica: teoría de la interpretación de los textos.

Himen complaciente: tipo de himen elástico que permite penetración sin ruptura; su identificación es relevante en pericias de delitos sexuales.

Hiperestesia: exageración o sobre exaltación de los fenómenos o funciones relativas a las sensaciones.

Herida contuso-cortante: lesión mixta provocada por instrumentos con filo y masa considerable, que combina características cortantes con equimosis periférica.





Hiperquinesia: comprende en general los movimientos exagerados, reconocido como “exaltación motora”.

Holograma: imagen tridimensional generada mediante técnicas ópticas, utilizada como elemento de seguridad en documentos oficiales.

Homogéneas: muestras comparables que presentan similitud en su tipo (firma con firma, manuscrito con manuscrito) y condiciones gráficas.

Homologación: sistema de estudio que consiste en observar y comparar en forma simultánea la muestra dubitada y la muestra de comparación. Este proceso implica el análisis de huellas papiloscópicas, odontogramas, proyectiles u otras de importancia criminalística para la resolución en investigaciones de hechos delictivos e identificación.

Homeostasis: es la capacidad de un organismo para mantener un estado de equilibrio entre todos los sistemas del cuerpo necesarios para sobrevivir y funcionar de forma adecuada a pesar de los cambios en el entorno externo, ejemplo: temperatura, presión arterial, Ph, glucosa en sangre, etc.

Homúnculos: representación visual del cuerpo humano en la corteza cerebral, que muestra la correlación entre las partes del cuerpo y su espacio en el cerebro.

Huella dactilar es el dibujo formado por las crestas de la piel en los dedos, usado en criminalística para reconocer e identificar personas de manera individual.

Huella digitalizada: impresión papilar obtenida, procesada o mejorada mediante herramientas digitales (escáner, sensores biométricos, software forense), lo que permite su análisis, ampliación, filtrado y comparación dentro de sistemas AFIS PNP.

Huella duplicada: huella dactilar generada cuando el mismo dedo impacta dos veces de forma continua o en diferentes zonas de un soporte, provocando dos impresiones similares. La duplicidad puede confundirse con huellas de otro dedo si no se examina con cuidado.

Huella fragmentada: huellas incompletas que contienen solo una parte del dibujo papilar. Su valor probatorio depende del número de puntos característicos o minucias preservadas.

Huella Latente: Es una marca dactilar generalmente invisible dejada por el contacto directo de los dedos o palmas de la mano sobre una superficie, formada por residuos naturales de la piel como sudor y grasa.

Huella plástica: impresión tridimensional que queda marcada en superficies maleables o blandas (grasa, jabón, cera, masilla, pintura fresca, arcilla o alimentos). Su volumetría proporciona información detallada de crestas, pero requiere técnicas específicas de fotografía o moldeado para su preservación.

Huella por deslizamiento: impresión producto del movimiento lateral del dedo sobre la superficie, lo que genera patrones elongados, distorsionados o barridos. Si bien se altera la forma original, en algunos casos se conservan minucias aprovechables.

Huella superpuesta: impresión que contiene la combinación parcial o total de dibujos dactilares provenientes de dos o más dedos, o incluso de diferentes personas. Puede requerir técnicas digitales de separación de patrones o análisis morfológico del III nivel.





Huellas de frenado: marcas físicas en la calzada que permiten determinar distancia de frenado, velocidad aproximada y trayectorias previas al impacto.

Humor vítreo: fluido ocular utilizado frecuentemente en toxicología *post mortem* debido a su estabilidad y resistencia a la descomposición.

I

ICCID (INTEGRATED CIRCUIT CARD IDENTIFIER): código único que identifica cada tarjeta SIM y permite a los operadores autenticar la línea en la red móvil.

ICLOUD / GOOGLE DRIVE: servicios de almacenamiento en la nube vinculados a cuentas de usuario. Permiten acceder a respaldos y sincronizaciones de dispositivos móviles.

Iconografía: conjunto de imágenes, retratos o representaciones plásticas, especialmente de un mismo

Identidad: conjunto de características que hacen que una persona sea única.

Identidad gráfica: conjunto de características y particularidades gráficas de origen congénito o adquirido que hacen que una persona sea ella misma diferente a cualquier otra.

Identificación: proceso de reconocer o establecer quién es una persona.

Identificación directa: aquellas características identificadoras que cuando son analizadas y comparadas sobre sus propios elementos (proyectiles, casquillos, fracciones, etc.), a través de la observación directa ya sea con la ayuda del microscopio o lupa; se obtienen fotografías o microfotografías para la documentación y/o señalamiento de coincidencias o no detectadas en dicho estudio.

Identificación forense: proceso multidisciplinario que mediante la aplicación de métodos y técnicas científicas determina la identidad de una persona, evidencia o resto humano dentro del marco de una investigación policial y/o judicial. Involucra diversas especialidades y técnicas como papiloscopía, análisis de ADN, antropología forense, estomatología forense, identificación facial, etc.; considerando todos los datos disponibles para establecer una identidad con certeza.

Identificación genética: es un método de identificación basado en el análisis del material genético (ácido desoxirribonucleico – ADN) presente en células humanas con la finalidad de identificar a una persona, el origen de restos biológicos y correspondencia entre muestras ante mortem y post mortem; específicamente en materia forense, permite resolver casos en investigaciones de hechos delictivos. Incluye técnicas como la Repetición Corta en Tándem (STR), Polimorfismo de Nucleótido Único (SNP), secuenciación y perfiles genómicos.

Identificación indirecta: cuando se obtiene un registro bidimensional de las características, comparación lado a lado o concomitantes, yuxtaposición o sobre impresión con diferencia de colores.

Identificación papilar: reconocimiento de una persona mediante el análisis de sus huellas dactilares.

Identificación plena: confirmación total y sin dudas de la identidad, con suficiente coincidencia de características para certeza absoluta en el peritaje.

Idéntico: que es exactamente igual a otro.

Ideografía: representación de la idea por la imagen o el símbolo.

Ideográfica (co): escritura con que se representa las ideas por medio de figuras o símbolos.





Ideograma: signo que expresa la idea en la escritura ideográfica. Los ideogramas son creaciones nuevas que estimulan las facultades inventivas de sus autores.

Idoneidad: condición que indica que una muestra reúne las características necesarias para su análisis pericial.

Ignición: inicio de un proceso de combustión cuando un combustible alcanza su temperatura de inflamación en presencia de un comburente y una fuente de energía.

Imagen forense: copia exacta, bit a bit, de un medio digital que permite realizar análisis sin modificar el original.

Imágenes digitales: representaciones numéricas de la realidad compuestas por píxeles, susceptibles de análisis y autenticación digital.

Imago: insecto adulto completamente desarrollado, útil para la estimación del intervalo *post mortem*.

IMEI (INTERNATIONAL MOBILE EQUIPMENT IDENTITY): número exclusivo que identifica cada equipo móvil. Es fundamental para rastrear, bloquear o relacionar un terminal con un usuario

Impacto: colisión entre dos cuerpos que genera transferencia de energía mecánica y posibles deformaciones (INGIENERÍA).

Impacto tangencial: son aquellos impactos producidos por el proyectil del arma de fuego, que roza tangencialmente la superficie que es tocada por este proyectil.

Impresión dactilar: Es la marca que dejan los dedos previamente entintados, utilizando una técnica especial y se utiliza para identificar a las personas. Significando que cada impresión dactilar es única e irreplicable.

Impresión intaglio: técnica de impresión en bajo relieve que deja trazos táctiles característicos, usada en documentos de alta seguridad como billetes y pasaportes.

Impulsivo: persona que no puede ejercer control de sus impulsos, pues su voluntad está bastante debilitada.

IMSI (INTERNATIONAL MOBILE SUBSCRIBER IDENTITY): identificador internacional del suscriptor móvil almacenado en la SIM, útil para individualizar usuarios en la red y analizar registros de llamadas.

Incendiario: tipo de proyectil que tiene la punta de color azul y contiene una mezcla de sustancias químicas incendiarias.

Indicador químico: Sustancia que cambia de color en reacciones.

Índice de octano: Medida de resistencia de gasolina a detonación.

Índice medular: relación entre el diámetro de la médula y el diámetro total del pelo. Permite diferenciar pelo humano y animal.

Indicio biológico: material de origen humano, animal o vegetal encontrado en la escena que puede ser analizado científicamente.

Indicios: elementos materiales, digitales o testimoniales que permiten inferir la dinámica del accidente.





Individualidad: propiedad mediante la cual cada persona, objeto o evidencia presenta características únicas que permiten distinguirla de cualquier otra. En papiloscopia, la individualidad se manifiesta en la irrepetibilidad de los dibujos papilares constituidas por las crestas papilares y surcos interpapilares presentando particularidades únicas denominadas puntos característicos o minucias.

Inercia: principio físico que indica que un cuerpo en reposo o movimiento rectilíneo uniforme mantendrá su estado si no actúa una fuerza externa.

Informe pericial: documento técnico emitido por el perito, que contiene el análisis, resultados y conclusiones del examen pericial solicitado.

Informe técnico pericial: documento emitido por el perito cuando las muestras no cumplen con los requisitos técnicos o legales para realizar el examen.

Informe químico-toxicológico: documento técnico elaborado por un perito químico farmacéutico forense que describe, entre otros, muestras métodos, resultados e interpretación pericial.

Inmutabilidad: principio según el cual los dibujos papilares no cambian a lo largo de la vida del individuo. Desde su formación embrionaria hasta la muerte, la estructura de las crestas papilares se mantiene constante, sin alteraciones espontáneas.

Inspección técnico-balística: diligencia que es practicada por el perito balístico y que constituye la aplicación de la Inspección Técnico Policial, pero desde el punto de vista balístico.

Inspección técnico policial: es el examen detallado, ordenado y completo de un determinado escenario.

Insumo químico y producto fiscalizado: sustancia química, mezcla o reactivo utilizado como materia prima o intermediario en la elaboración de drogas ilícitas y sujeta a control administrativo y penal por la autoridad competente.

Intangibilidad: garantía de que las muestras no han sido alteradas ni manipuladas desde su recepción.

Intensidad: magnitud que distingue un sonido fuerte de uno débil, depende de la amplitud de la onda.

Interpolación: adición de palabras, textos o signos con la finalidad de variar el contenido de un documento.

Interpolación de cuadros: técnica basada en IA que genera fotogramas intermedios para mejorar la fluidez de los videos y facilitar su análisis.

Intervalo post mortem (IPM): tiempo estimado entre la muerte y el hallazgo del cadáver, calculado con base en la entomología forense y otros indicadores.

Intrauterino: que ocurre o está situado dentro del útero. Perteneciente o relativo al interior del útero.

J

Jailbreak / rooting: métodos que otorgan privilegios de acceso total al sistema operativo iOS o Android, facilitando la obtención de datos restringidos durante la pericia.

L



Larva: estado inmaduro de un insecto entre el huevo y la pupa, de gran valor en estudios entomológicos forenses.

Lesión: resultado físico de la interacción mecánica entre cuerpos durante un accidente, analizada para establecer gravedad y causalidad. Modificación anatómica o funcional de tejidos u órganos producida por un agente externo o interno.

Lesión contusa: daño causado por objetos contundentes (piedras, palos, puños, entre otros) que producen erosiones, excoriaciones, equimosis, hematomas o tumefacciones sin solución de continuidad cutánea

Lesión mecánica: alteración de un tejido orgánico ocasionada por fuerzas físicas externas (corte, compresión, fricción, punción o mixtas).

Levógiro: son aquellos que, en razón de su estructura e integración, tienen que caer forzosamente hacia la izquierda.

Ligada: cuando cada palabra o al menos la mayoría de las palabras se escriben sin levantar la pluma, con sentido de deducción. enlace de las letras en la escritura.

Limonita: mineral de hidróxido de hierro, frecuente en procesos de oxidación.

Lingüística forense: disciplina interdisciplinaria que aplica herramientas lingüísticas al ámbito legal y judicial, incluyendo traducción, análisis de autoría y pruebas lingüísticas.

Líquido amniótico: es un fluido claro y ligeramente amarillento que rodea al feto dentro del útero, contenido en el saco amniótico; su función principal es proteger al feto durante todo el embarazo, permitiéndole el desarrollo de sus sistemas, flotar, moverse y mantener una temperatura constante.

Lofoscopia: término equivalente a papiloscopia, empleado especialmente en la literatura española. Deriva del griego *lofos* (cresta) y *skopein* (observar). Hace referencia al estudio detallado de las crestas papilares para fines de identificación humana.

Longitud de onda: distancia correspondiente a un ciclo completo de una onda sonora.

Logs (registros): archivos que documentan cronológicamente los eventos de un sistema informático, esenciales para reconstruir incidentes de seguridad.

Luminancia: cantidad de luz emitida o reflejada por una superficie. Influye directamente en la calidad de una imagen digital.

Luminiscencia: emisión de luz utilizada en pruebas químicas como luminol para revelar manchas hemáticas no visibles a simple vista.

Luz ultravioleta (UV): radiación utilizada en pericias documentales para detectar marcas de seguridad, alteraciones de tinta y autenticidad del soporte.

M

Magnetometría: método geofísico que mide las variaciones del campo magnético terrestre para estudiar el subsuelo.





Malware (software malicioso): programa diseñado para infiltrarse o dañar sistemas informáticos con fines ilícitos.

Malware - adware: programa que muestra publicidad no deseada y puede alterar el funcionamiento del sistema.

Malware - gusano: software que se propaga automáticamente entre dispositivos a través de redes, sin intervención del usuario.

Malware - ransomware: programa que cifra archivos y exige un rescate económico para su recuperación.

Malware - spyware: software que recopila información personal sin consentimiento, operando en segundo plano.

Malware - troyano: programa que se disfraza de aplicación legítima para ejecutar acciones maliciosas.

Malware - virus: código que se replica e infecta archivos o sistemas, propagándose entre dispositivos.

Manerismo: gesto gráfico, particularidad de una persona propia en su escritura.

Masa larval: acumulación de larvas en zonas específicas del cuerpo, útil para establecer la cronología de la muerte.

Materia orgánica: Sustancias basadas en carbono.

Materialización de trayectoria: es la aplicación teórico-práctica, de la balística exterior en la reconstrucción de un hecho.

Maza: engrosamiento del trazo por el aumento paulatino de presión.

Mecánica del accidente: secuencia dinámica de acciones y reacciones físicas desde el inicio del evento hasta la posición final de los vehículos y personas involucradas.

Mecanismo de daño: conjunto de procesos físicos que explican cómo se produjo una alteración en un objeto o cuerpo (por corte, compresión, impacto, fricción, entre otros).

Mecanismo de fricción: proceso mediante el cual dos superficies en contacto generan desgaste y calor, produciendo huellas lineales o abrasivas.

Mecanismo de repetición: es el encargado de colocar los cartuchos en la recámara del arma de fuego, para ser disparados consecutivamente.

Mecanismo de transferencia: fenómeno físico mediante el cual partículas, fibras o fluidos pasan de un objeto a otro al producirse contacto.

Media firma: trazado de algunos rasgos gráficos característicos de una persona que utiliza para identificarse entre los demás, generalmente realizada por una persona que firma frecuentemente.

Mediano calibre: cartucho cuyo proyectil presenta un diámetro no mayor a los 75 mm, ni menor a los 20mm.

Medio de cultivo: sustrato o sustancia empleada en el cultivo de los microorganismos.

Megalografía: escritura de tamaño y movimientos exagerados, producida por niños o personas de físico exuberante.



Megapixel: un megapíxel es un millón de píxeles, que no son otra cosa que la unidad mínima en color que aparece en una imagen digital.

Memoria RAM: componente de almacenamiento volátil que contiene datos en ejecución y se borra al apagar el equipo.

Metaanálisis: análisis estadístico que combina los resultados de múltiples estudios independientes sobre un mismo tema para obtener una conclusión más robusta y precisa.

Metabolito: producto de la biotransformación de un agente tóxico o fármaco, frecuentemente detectado en fluidos corporales para determinar exposición o consumo.

Metadatos: información adicional contenida en archivos digitales (fecha, hora, cámara, ubicación, resolución, entre otros) relevante para el análisis forense.

Meteorización: fragmentación o degradación parcial o total de las rocas y los minerales en contacto con la atmósfera, la hidrosfera o la biosfera.

Método científico: proceso sistemático, que incluye observación, hipótesis, experimentación, análisis y conclusiones para garantizar la validez técnica de los dictámenes periciales.

MEVA AFIS es un sistema biométrico que identifica personas mediante huellas dactilares.

Microimpresiones: textos o patrones diminutos no visibles a simple vista, impresos como medida de seguridad y detectables mediante aumentos ópticos.

Microondas (espectro electromagnético): Radiación de baja frecuencia.

Microscopio: sistema óptico que sirve para la observación de objetos muy pequeños, muy utilizados en técnicas para observar los trazos de la escritura y fraude en el receptor, etc.

Microscopio de comparación: instrumento de óptica, denominado también lupa compuesta y que emplea cuatro prismas refrigerantes.

Microscopio petrográfico: Instrumento para estudio de minerales.

Mismidad: principio según el cual una misma huella papilar, tomada en diferentes momentos, pertenece siempre al mismo individuo, pudiendo ser reconocida como tal gracias a sus características estables e irrepetibles.

Modelado computacional: técnica que utiliza simulaciones digitales para recrear y analizar la dinámica de un accidente.

Modo desarrollador / depuración USB: función en Android que permite la conexión controlada entre el dispositivo y herramientas forenses, como ADB.

Morfoestructurales: elementos genéricos que conforman la escritura o firma.

Morfología: apreciación de elementos componentes de la escritura por su forma en sentido externo.

MOV: formato contenedor desarrollado por Apple para almacenar audio, video y otros medios, similar a MP4.





Movimiento giroscópico: movimiento circular de que está animado un proyectil por efecto de las rayas helicoidales y cuya velocidad angular es muy elevada.

MP4: formato contenedor eficiente y compatible con diversos códecs, ampliamente usado por su capacidad de compresión.

MPEG: estándar de compresión de audio y video utilizado en transmisión y almacenamiento digital.

MSISDN: número telefónico asociado a una línea móvil, conformado por el código de país, operador y número de abonado.

Muestra: Porción representativa de un material o sustancia utilizada para su análisis en laboratorio.

Muestra aprovechable: huella o impresión dactilar que tiene suficiente calidad para ser analizada e identificada.

Muestra biológica: material orgánico procedente de personas vivas o fallecidas utilizado en análisis toxicológicos: sangre, orina, contenido gástrico, humor vítreo, hígado, riñón, bilis, cabello; entre otros.

Muestra controvertida: Es una huella o evidencia cuyo origen es discutido o no confirmado, y que necesita comparación con una muestra indubitada para su identificación.

Muestra cuestionada: Es una huella o evidencia cuya autenticidad u origen está en duda y requiere comparación con una muestra indubitada para su verificación.

Muestra dactilar fiable: Es una huella digital clara y completa que permite una identificación biométrica precisa y sin dudas.

Muestra de cotejo: es una muestra de referencia utilizada para compararla con una muestra dubitada. Son obtenidas por el perito en una diligencia fiscal de toma de muestras o son proporcionadas por la autoridad solicitante o parte.

Muestra dubitada: indicio de origen desconocido encontrado en la escena del crimen, que requiere de un análisis comparativo para su confirmación o descarte.

Muestra dudosa: Es una huella o evidencia cuya calidad u origen no es claro, por lo que no permite una identificación segura sin análisis adicional.

Muestra inaprovechable: huella tan incompleta o dañada que no permite un análisis confiable.

Muestra incriminada: Es una huella o evidencia encontrada en una escena o contexto que se asocia a un hecho delictivo y se analiza para determinar si pertenece a una persona específica.

Muestra indubitada: información o muestra de referencia cuya procedencia está plenamente confirmada como auténtica, segura y verificable. Se utiliza para fines de comparación.

Muestra no biológica: sustancias, objetos o elementos del entorno asociados a un caso (restos de drogas, recipientes, bebidas adulteradas, rodenticidas, papelines, etc.) que pueden ser analizados químicamente.

Muestreo: proceso de captura de una señal analógica a intervalos regulares para su conversión digital.

N



Nafta: fracción ligera del petróleo, volátil e inflamable, empleada como disolvente y combustible.

Navegador web: aplicación que permite acceder, visualizar e interactuar con contenidos en la World Wide Web.

Necrodactilar: Se refiere a la obtención o estudio de huellas dactilares de una persona fallecida para su identificación.

Negligencia: Falta de cuidado o incumplimiento de deberes que puede generar daños o consecuencias negativas.

Neografismo: nuevo uso de trazados extraños, rasgos o letras nuevas, mutaciones ortográficas, etc.

Neutralidad del intérprete: principio ético que obliga al intérprete a no favorecer a ninguna de las partes y a transmitir fielmente el mensaje original sin sesgos.

Nevus: también conocidos como lunares y se producen por la multiplicación de células de la piel que producen la melanina, la melanina es la sustancia que da color a la piel y a las mucosas.

NIST SP 800-101 / 800-202: normas técnicas internacionales que establecen lineamientos para la preservación, adquisición, análisis y reporte de evidencias digitales en dispositivos móviles.

Nitrocelulosa: sustancia obtenida por la acción del ácido nítrico sobre la celulosa, como la piroxilina o pólvora de algodón.

Nitroglicerina: es una sustancia obtenida de la acción del ácido nítrico sobre la glicerina, llamada también trinitrato de glicerilo; es altamente explosiva, oleaginosa, de color ligeramente amarillo, más denso que el agua y en proporciones adecuadas interviene en la elaboración de pólvoras piroxiladas bibásicas.

Nivel de estudio papilar: estudio del conjunto de características morfológicas y estructurales presentes en las crestas papilares, el cual se clasifica en tres niveles: I nivel (estudio del diseño papilar y sus tipologías), II nivel (estudio de los puntos característicos) y III nivel (estudio poroscópico).

Nivel macroscópico: Observación a simple vista.

Número de serie: Código único de identificación.

NVR (NETWORK VIDEO RECORDER): sistema que graba video digital transmitido por cámaras IP, más flexible y escalable que el DVR.

O

Oblongo: aquellos proyectiles en los que predomina más el largo que el ancho.

Obstetricia forense: rama de la medicina forense que aplica conocimientos obstétricos para investigar delitos relacionados con embarazo, parto, puerperio, violencia sexual y aborto.

Ocular: Lente del microscopio por el cual el observador visualiza la imagen ampliada de la muestra.

Offset (impresión): sistema de impresión planográfica indirecta que transfiere la imagen desde una plancha a una manta de caucho y luego al soporte.

Ojiva: una de las partes en que se divide el proyectil.





Orientación: hacia dónde están dirigidos sus trazos o ramas.

Orientación del rayado helicoidal: movimiento giratorio sobre el eje del proyectil (dextrorsum o sinistrorsum) y que le da estabilidad a este.

Orificio de entrada: solución de continuidad (herida) producida por un proyectil disparado por arma de fuego, en las prendas, cuerpos humanos, objetos, y cuyas características son sui géneris para cada caso.

Orificio de salida: solución de continuidad producida por el proyectil disparado por un arma de fuego y que presenta un cuerpo físico una vez que ha sido perforado, y cuyas dimensiones generalmente son mayores al orificio de entrada, siendo su forma irregular u oval.

Osteones: llamado también osteona (o sistema de Havers); unidad estructural del hueso compacto.

P

Pantógrafo: instrumento que sirve para copiar, ampliar o reducir los manuscritos o firmas. se usa para la falsificación.

Parada: se presenta en las falsificaciones, debido a que se detiene el instrumento escritor presentando cargas de tinta.

Parte: documento breve que informa sobre incidencias, observaciones o limitaciones detectadas durante el examen pericial.

Pasante inferior: clasificación de letras cuyas grafías pasan la zona inferior de la caja de escritura.

Pasante superior: clasificación de letras cuyas grafías pasan la zona superior de la caja de escritura.

Pastosa: escritura de trazos ejecutados con buena masa de tinta.

Patología forense: especialidad dedicada al estudio histopatológico de órganos, tejidos y fluidos biológicos para determinar causas de muerte o enfermedad con valor pericial.

Patrón: modelo que sirve de muestra para comparación con fines de estudio grafotécnico.

Patrón de daño: forma, distribución y características de una alteración física que permiten inferir el mecanismo que la produjo.

Pauta: el calco sobre pauta que se hace sobre trazos o letras auténticas para formar trazos diferentes.

Pegote: sistema de falsificar o recorte donde se forma textos teniendo escritura auténtica de la víctima.

Pelo: fanera compuesta por cutícula, córtex y médula; su análisis permite inferencias de origen, vitalidad y manipulación.

Pendolista: escritura bella o caligrafía.

Pequeño calibre: aquel cartucho cuyo proyectil presenta un diámetro menor a los 20 mm.





Percepción-reacción: intervalo de tiempo entre la detección de un peligro y la respuesta del conductor, clave para determinar posibilidad de evitar el impacto.

Percusión: es la acción del martillo del arma sobre el fulminante, produciendo una explosión y consecuentemente el encendido de la pólvora, dando origen a la deflagración y la generación de los gases.

Percusión anular: cuando el martillo del arma golpea el fulminante, al margen del culote del cartucho.

Percusión central: cuando el martillo del arma al golpear el fulminante, lo hace en el centro del culote del cartucho.

Perfil psicológico: conjunto de características conductuales, emocionales y cognitivas que describen la personalidad y comportamiento de un individuo.

Periodontosis: enfermedad degenerativa y no inflamatoria de los tejidos de soporte de los dientes.

Peritaje: expresión u opinión emitida por un experto en su arte o ciencia.

Peritaje acústico: examen especializado que incluye autenticación, mejora, identificación y análisis de grabaciones sonoras con fines judiciales.

Peritaje en accidentología: análisis técnico-científico realizado por peritos especializados para reconstruir accidentes de tránsito con el objetivo de determinar sus causas o factores que lo determinaron.

Perito: persona hábil o práctica, especializada en un arte o disciplina científica, autorizada legalmente para dar su opinión sobre una materia.

Personalidad: conjunto único de conductas, rasgos, pensamientos y emociones que distinguen a un individuo, que definen su manera de actuar y de relacionarse con el mundo.

Pigmento: sustancia que proporciona color a materiales como pinturas, tintes o recubrimientos.

Placa de rodaje: documento de identificación metálico de un vehículo. Funciona como el Documento Nacional de Identidad (DNI) del auto o moto, ya que contiene una serie alfanumérica única asociada a sus características y propietario.

Planchettes: pequeñas plaquetas sintéticas incrustadas en el papel durante su fabricación, visibles bajo luz ultravioleta como elemento de seguridad.

Planimetría: representación y medida sobre un plano de una porción de la superficie terrestre.

Plasma seminal: fracción líquida del semen que contiene proteínas específicas como PSA (p30) y semenogelina, usadas para identificación.

Pliegues de flexión palmar: denominados también como “líneas de flexión”, son los pliegues profundos presentes en las palmas de las manos que permiten su doblez y ajuste en formas complejas, en la mayoría de personas están conformados por tres pliegues: pliegue de flexión superior, pliegue de flexión medio y pliegue de flexión radial. Aunque no son crestas papilares, son elementos anatómicos relevantes en quiroscopía para la identificación de personas.



Pliegue de flexión medio: se describe como una línea de trayectoria transversal o que se extiende generalmente desde la zona del borde cubital de la palma de la mano hacia la región central o dígito palmar del pulgar, ubicando en la parte central del quirograma, pudiendo presentar variaciones individuales en su forma, longitud y continuidad.

Pliegue de flexión superior: se describe como una línea transversal ubicada en la parte más superior del quirograma, por encima de los pliegues de flexión medio y radial, y que suele extenderse desde el borde cubital de la palma de la mano hacia la región superior, con variaciones individuales en su forma, longitud y profundidad.

Pliegue de flexión tenar: se describe como una línea oblicua que se origina en la región tenar en el espacio dígito palmar del pulgar proyectándose hacia la parte central del quirograma hasta el talón de la mano, pudiendo mostrar variaciones en su forma, longitud y continuidad, según las particularidades de cada individuo.

Pliegue palmar único: anteriormente denominado “pliegue simiesco”, es una variante morfológica caracterizada por la fusión de los pliegues de flexión superior y medio, ubicados de manera transversal en el quirograma, lo que da lugar a una sola línea continua que se extiende desde el borde radial hasta el borde cubital. Si bien es una variante normal, puede observarse en personas con condiciones en determinados cuadros genéticos o síndromes, como el síndrome de Down o el síndrome Aeskoog.

Polimorfismo: cambio de apariencia de un manuscrito cuando incluye caracteres de diferentes escuelas.

Poroscopía: es una ciencia auxiliar de la papiloscopía que se utiliza como método de identificación mediante el análisis y estudio de la ubicación, forma, tamaño, cantidad, frecuencia y disposición de los poros sudoríparos sobre las crestas papilares presentes en las huellas dactilares. Constituye un nivel de análisis de alta precisión (III nivel), utilizado para confirmar la originalidad de una huella o impresión dactilar, con el fin de resolver casos con escasas minucias disponibles.

Posición final: lugar u orientación en que se detienen finalmente las unidades de tránsito después del accidente sin que haya habido aplicación de fuerza alguna que no ha intervenido en el evento dañoso.

Potencia de detención: es el efecto mecánico del choque recibido por el cuerpo que es tocado por el proyectil. Equivale al producto de la masa del proyectil por el cuadrado de la velocidad restante en el momento del choque. Es independiente de los efectos de penetración del proyectil. La potencia de detención obra determinando el movimiento y modificando las actitudes y posiciones de los cuerpos sobre los que se ejerce.

Potencia de penetración: es el efecto de los proyectiles sobre los cuerpos, de desplazar o romper las capas internas y penetrar en él; en ocasiones hasta atravesarlo en función de la forma del proyectil, su masa, su velocidad restante, el ángulo de llegada y la resistencia del medio pasivo.

Potenciometría: Técnica electroquímica de medición de potencial.

Preservación de evidencia: acciones destinadas a proteger la integridad de la evidencia digital recolectada, evitando alteraciones.

Presilla: patrón papilar en el que las crestas ingresa por un lado, se curvan formando un núcleo y regresan hacia el mismo lado. Presentan un solo delta.

Presilla cubital: presilla que abre hacia el lado del meñique (cúbito). Es la más común de todas las tipologías.

Presilla interna: presilla cuyo delta se ubica más cerca del núcleo, lo cual influye en ciertos sistemas de clasificación.





Presilla radial: presilla que abre hacia el lado del pulgar (radio). Es menos frecuente y tiene relevancia para determinar lateralidad.

Presión: es el mayor o menor apoyo del instrumento escritor sobre el papel, lo que produce los gruesos y los perfiles.

Presión de los gases: es la fuerza de los gases, producto de la deflagración de la pólvora y que actúa en todo sentido dentro del cartucho.

Presión de vapor: Presión del vapor en equilibrio.

Prenda de vestir: Elemento textil usado en el cuerpo.

Principio de individualidad: postulado que establece que ninguna persona puede imitar completamente la escritura de otra sin que se detecten rasgos propios e individualizantes.

Procedencia: origen o autoría de una firma, manuscrito o documento analizado.

Procesamiento digital de video (DSP): conjunto de operaciones computacionales destinadas a mejorar, analizar y autenticar archivos audiovisuales.

Proporcionalidad: conformidad o proporción de las partes con el todo o de letras relacionadas entre sí.

Prospección: exploración del subsuelo basada en el examen de los caracteres del terreno y encaminada a descubrir yacimientos minerales, petrolíferos, aguas subterráneas.

Prueba confirmatoria: ensayo inmunológico o microscópico que confirma la naturaleza humana de una sustancia biológica.

Prueba de Adler: es una técnica presuntiva para la identificación de sangre, que usa un reactivo como la bencidina, para detectar la presencia de peroxidasa, una enzima presente en la sangre. Cuando se aplica una gota de peróxido de hidrógeno a la muestra tratada con bencidina y se observa un color azul intenso, la prueba es positiva.

Profundidad de enfoque: Rango de distancia en el que una imagen permanece nítida durante la observación microscópica.

Prueba de solubilidad: Ensayo de disolución.

Prueba objetiva: Evidencia basada en datos verificables y observaciones, independiente de opiniones personales.

Prueba orientativa: ensayo preliminar que sugiere la posible presencia de un determinado fluido biológico.

Prueba lingüística: evidencia basada en elementos del lenguaje —textos, grabaciones, conversaciones— susceptible de ser analizada y traducida en procesos judiciales.

Pulpejo: también llamados “yemas”, es el extremo carnoso y blando de los dedos de manos y pies, compuesto por una densa red de terminaciones nerviosas, vasos sanguíneos y tejido graso. Sirve de principal herramienta para la manipulación física del entorno y la sensibilidad táctil.



Pulpejo dactilar: también denominado “pulpejo digital”, es la zona blanda y acolchada situada en la parte distal de los dedos de las manos, conocidas comúnmente como “yemas”, donde se encuentran los dibujos papilares formados por las crestas papilares, utilizados en la identificación dactiloscópica. Su volumen puede verse alterado por procesos post mortem como maceración o momificación, lo cual influye en la toma de impresiones.

Punto de ataque: contacto del instrumento escritor con el receptor.

Punto de ebullición: Temperatura de cambio de líquido a gas.

Punto de fusión: Temperatura de cambio de sólido a líquido.

Punto de inflamación: temperatura mínima a la que un líquido emite vapores que pueden inflamarse al contacto con una fuente de ignición.

Punto déltico: centro geométrico del delta, representado por el punto exacto donde converge la disposición angular de las crestas. Es utilizado en mediciones, determinación de ejes, cálculos de índices y para establecer distancias relativas con respecto al núcleo.

Q

Química forense: disciplina científica que aplica principios y métodos de la química analítica para el examen de sustancias, materiales y productos con fines judiciales y de investigación criminal.

Química y toxicología forense: disciplina científica que aplica los principios de la química analítica y la toxicología al estudio e interpretación de sustancias químicas, fármacos o tóxicos presentes en muestras biológicas y no biológicas, con el fin de aportar evidencia objetiva en investigaciones judiciales relacionadas con intoxicaciones, envenenamientos o muertes de causa desconocida.

R

Radiación electromagnética: Energía que se propaga en forma de ondas a través del espacio.

Radiación gamma: Radiación de alta energía.

Rayado helicoidal: conjunto de estrías que se realizan con herramientas que automáticamente tallan muestras en espiral, en el interior del cañón y le conceden a cada arma, características que, al individualizarlo la hacen diferente de cualquier otra.

Rastreabilidad: indica que los dibujos papilares pueden registrarse, almacenarse, compararse y verificarse de forma segura mediante sistemas manuales o automáticos (AFIS). La rastreabilidad permite el seguimiento histórico de registros, comparación masiva de huellas, y vinculación de personas con hechos o lugares.

Reacción química: es el fenómeno de descomposición de una sustancia explosiva de su estado natural a su estado gaseoso, ya sea ardiendo, detonando o explotando.

Reactivo de Davis: solución química utilizada en revenido químico de metales ferrosos para la restauración de numeraciones eliminadas.

Reactivo de Fry: solución con alto poder oxidante utilizada en restauración de numeraciones sobre acero.





Reactivo de Turner: reactivo químico alternativo al de Davis, usado también en revenido de metales ferrosos.

Reactivo para nitratos: reactivo utilizado para efectuar reacción de los métodos para detectar la presencia de restos de productos nitrados compatibles con la pólvora.

Reactivo para nitritos: reactivo que se utiliza en los análisis químicos que se practican en las armas.

Reactivo valorante: Sustancia de concentración conocida.

Rebaba: porción de materia sobrante que forma resalto en los bordes o en la superficie de un objeto.

Rebote: trayectoria irregular y caprichosa que sigue un proyectil después de chocar contra un cuerpo lo suficientemente duro, para evitar la penetración del mismo. Los rebotes siempre llevan una velocidad menor a la velocidad restante del proyectil en el momento del choque. La pérdida de velocidad es mayor cuanto mayor sea el ángulo de llegada.

Recámara: cavidad de un arma de fuego, donde se aloja el cartucho.

Recojo de muestras biológicas: procedimiento técnico para levantar evidencias biológicas mediante hisopos, gasas estériles u otros medios.

Reconstrucción de accidentes: Técnica que analiza un evento para determinar cómo ocurrió mediante la recreación de sus condiciones.

Recubrimiento de pintura: Capas de pintura sobre superficies.

Recuperación de datos: proceso técnico que permite extraer información eliminada, dañada o inaccesible de medios digitales.

Refinación de petróleo: Proceso de transformación del petróleo.

Relave minero: Residuo de minería.

Resolución: cantidad de píxeles presentes en una imagen o video que define su nivel de detalle y nitidez. Relación entre el número de píxeles en los que se divide la pantalla en vertical y horizontal.

Resolución espacial: capacidad de distinguir detalles mínimos en una imagen, dependiente de factores ópticos y electrónicos.

Revenido químico: es la regeneración por medios físicos y/o químicos de las marcas grabadas en cuerpos metálicos, madera, resina plástica, objeto de cuero, etc., cuando su numeración identificadora ha sido eliminada por limado y reemplazada por otra apócrifa.

Rúbrica: trazos complementarios que acompañan a la firma, considerados elementos individualizantes y peritables.

Ruido de fondo: sonido no deseado que acompaña una grabación principal, útil para verificar su autenticidad o continuidad.

Rugosidad: es el conjunto de irregularidades que posee una superficie de la piel; y se puede encontrar como arrugas en la frente, en el entrecejo, alrededores del ojo, en la región oral y mentoniana.





S

Sarro ungueal: material biológico acumulado bajo las uñas, útil como fuente de ADN en peritajes.

Sedimentario: materia que, habiendo estado suspenda en un líquido, se deposita en el fondo por su mayor peso.

Screening toxicológico: pruebas preliminares o de cribado para la detección rápida de sustancias tóxicas o drogas de abuso en matrices biológicas.

Secado de muestras: paso fundamental para evitar contaminación y proliferación microbiana de las evidencias biológicas.

Secure enclave: módulo de seguridad en dispositivos iOS que resguarda información cifrada, dificultando el acceso directo durante la adquisición forense.

Señal digital: transmisión de información en forma de bits (0 y 1), base de la telefonía móvil moderna desde la 2G en adelante.

Signatura: señal, marca o nota, elaborada con letras o con números, que se pone al pie de la primera plana de cada pliego. Firma.

Sinergia: acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales.

Sinalefa: enlace de sílabas por el cual se forma una sola de la última de un vocablo y de la primera del siguiente.

Sincronización temporal: técnica que permite alinear múltiples grabaciones para reconstruir eventos simultáneos o complejos.

Siniestro: Evento dañoso como incendio o explosión.

Sinistrogira: aquella escritura que por contraposición a la dextrógira se toma un sentido y con inclinación hacia la izquierda.

Sintaxis: coordinación armónica de las frases y periodos gramaticales, todo con mira al mantenimiento del proceso lógico de las palabras y de las ideas.

Sistema ABO: clasificación de la sangre humana en grupos A, B, AB y O, con base en antígenos presentes en la superficie de los eritrocitos.

Sistema embebido: es una pequeña computadora "escondida" dentro de otro dispositivo más grande. A diferencia de una computadora personal está diseñada para hacer muchas cosas diferentes como: navegar por internet, escribir, jugar, etc.; un sistema embebido está diseñado para cumplir una tarea específica o un conjunto de tareas muy limitadas.

Sistema operativo móvil (SO): software que gestiona recursos y funciones de un dispositivo móvil. Los más comunes en telefonía forense son Android, iOS, Windows Phone y Blackberry OS.

Situación: su posición dentro del recorrido de las crestas.

Solubilidad / pruebas de solubilidad: propiedad de una sustancia de disolverse en un solvente determinado.



Solvente orgánico: Líquido que disuelve sustancias orgánicas.

Somatología: estudio comparativo de la estructura y el desarrollo del cuerpo del ser humano.

Sqllite: formato de base de datos utilizado en dispositivos móviles para almacenar mensajes, contactos y registros de aplicaciones.

Sugilación: tipo particular de equimosis producida por succión o presión negativa —también conocida como “chupetón”—, de relevancia médico-legal en casos de violencia sexual.

Supino: tendido sobre el dorso.

Surco: señal o hendidura que deja el instrumento escriptor en el soporte.

Sustrato: soporte físico sobre el que se imprime o escribe la información (papel, cartón, plástico, entre otros).

Suficiencia (de muestras): cantidad y calidad adecuadas de muestras que permiten realizar una comparación técnica confiable.

T

Taco: es un pequeño cartoncito o plástico de forma circular, que está ubicado entre la pólvora y los perdigones, actualmente es usado en los cartuchos para escopeta.

Tacógrafo: dispositivo que registra velocidad, tiempo de conducción y paradas de un vehículo, utilizado como evidencia técnica en peritajes.

Tafonómico: disciplina que estudia los procesos que afectan a los restos orgánicos desde su muerte hasta su entierro y posterior descubrimiento.

Tanatología forense: rama que analiza fenómenos relacionados con la muerte para establecer la causa y el intervalo postmortem, así como aspectos legales de manejo del cadáver (tanatodiagnóstico, tanatocronología, tanatolegislación).

Tarjeta dactiloscópica: documento donde se registran y clasifican las huellas dactilares de una persona viva.

Tarjeta necrodactilar: registro de huellas dactilares de una persona fallecida para su identificación.

Tasa de bits (Bitrate): cantidad de bits transmitidos por segundo en un archivo audiovisual; influye en la calidad y tamaño del archivo.

Técnica: conjunto de recursos y procedimientos de un arte o ciencia. se refiere a usar tales recursos y procedimientos.

Técnicas de confirmación: procedimientos instrumentales de alta precisión que corroboran los resultados preliminares, como cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) o cromatografía líquida de alta resolución (HPLC-MS/MS).

Tejido de punto: tipo de tejido formado por bucles entrelazados de fibras. Presenta gran elasticidad y patrones característicos al sufrir daño.





Tejido plano: tejido formado por el entrecruzamiento de fibras en ángulo recto, con mayor resistencia a la tracción que a la deformación.

Telefonía forense: rama de la informática forense que se enfoca en la recuperación, análisis, preservación y presentación de evidencias digitales contenidas en dispositivos móviles (smartphones, tablets, celulares básicos) y sistemas de comunicación inalámbrica.

Temperatura de ignición: Temperatura de inicio de combustión.

Tensión: esfuerzo mecánico que actúa estirando un material, pudiendo generar deformaciones o roturas.

Terraplén: macizo de tierra con que se rellena un hueco, o que se levanta para hacer una defensa, un camino u otra obra semejante.

Textos mecanografiados: documentos realizados total o parcialmente con una máquina de escribir, sean escritos originales o copias directas (utilizando papel carbón).

Tinta de seguridad: sustancia utilizada en la impresión de documentos oficiales, con propiedades especiales como fluorescencia, magnetismo o termocromía.

Tipografía (impresión): técnica de impresión en alto relieve que deja huellas visibles y táctiles sobre el soporte.

Torsión: Giro de un objeto por fuerza.

Toxina: término general para las sustancias productoras de efectos tóxicos, secretadas por las bacterias patógenas. Sus caracteres generales más importantes son los de producir los efectos tóxicos después de un período de incubación y de ser antígenos.

Toxicología forense: rama de la toxicología que estudia, detecta e interpreta la presencia de sustancias tóxicas, drogas o venenos en muestras biológicas o no biológicas relacionadas con un presunto hecho delictivo.

Toxicología post mortem: análisis de sustancias químicas en cadáveres para establecer causa o circunstancia de muerte sospechosa.

Tóxicos metálicos: metales pesados como plomo, mercurio, arsénico o cadmio, cuya presencia en matrices biológicas se asocia a intoxicaciones agudas o crónicas.

Tóxicos no volátiles: sustancias orgánicas o inorgánicas con alto punto de ebullición que requieren métodos de extracción más complejos (extracción líquido - líquido, extracción en fase sólida, QuEChERS, etc.).

Tóxicos volátiles: sustancias químicas que se vaporizan a temperatura ambiente (p. ej., solventes), detectables mediante cromatografía de gases.

Tracción: Fuerza que tiende a estirar o alargar un cuerpo o material.

Traducción certificada: traducción validada por un traductor acreditado que garantiza autenticidad y fidelidad, requisito legal para su admisión en procesos judiciales.

Traducción forense: proceso especializado que implica la traducción de textos legales, probatorios y lingüísticos vinculados a procesos judiciales, con valor de prueba.





Traducción interpretativa: técnica de traducción que prioriza la equivalencia del sentido comunicativo sobre la literalidad, especialmente en declaraciones y testimonios.

Traducción literal: técnica que traduce palabra por palabra un texto, aplicada principalmente a documentos normativos y resoluciones judiciales.

Traducción probatoria: traducción de documentos que forman parte de la evidencia judicial, como grabaciones, oficios, resoluciones, contratos, correos electrónicos, entre otros.

Transferencia de material: paso de elementos físicos (polvo, fibras, residuos, fluidos) entre dos objetos o superficies que entran en contacto.

Traumatología forense: rama que estudia los efectos de agentes mecánicos, físicos, químicos o biológicos sobre el organismo humano, determinando la etiología médico-legal de las lesiones.

Trazabilidad digital: capacidad de rastrear acciones y modificaciones realizadas en un sistema informático, garantizando transparencia y control.

Trazas: Pequeños restos o evidencias que pueden vincular objetos, personas o eventos en una investigación.

Trazo: partes esenciales de las letras, llamadas también magistrales, plenos o gruesos, pudiendo ser rectos, curvos, mixtos, cóncavos y convexos; línea, raya. Cada una de las partes de la letra hecha a mano.

Trayectoria post-impacto: dirección y distancia recorrida por los vehículos después del choque, útil para estimar energías involucradas y velocidades iniciales.

Triangulación de antenas: técnica de geolocalización basada en la medición de señales provenientes de múltiples torres de telefonía para estimar la posición de un dispositivo móvil.

Trifurcación: Minucia extraordinaria donde una cresta se divide en tres ramas distintas. Al igual que la bifurcación doble, posee enorme valor identificatorio.

U

Ubicación: en qué zona de la huella se encuentra.

Ulotrico: tener el pelo lanudo, rizado o ensortijado.

Uña: fanera compuesta principalmente por queratina. Puede retener material biológico valioso durante un evento violento.

V

Vaina: es otra de las denominaciones para los casquillos.

Variación óptica: propiedad de algunas tintas o elementos de seguridad de cambiar de color según el ángulo de observación o condiciones de luz.

Variedades dialectales: diferencias lingüísticas según regiones o grupos sociales que deben ser reconocidas y trasladadas fielmente en traducciones forenses por su relevancia probatoria.





Velocidad crítica: velocidad límite a partir de la cual un vehículo pierde estabilidad en curvas o maniobras evasivas.

Ventana de eyección: es la abertura de un arma de fuego, que se encuentra en la parte superior de las pistolas o pistolas ametralladoras, que se usan para expulsar a través de ella, los casquillos ya percutidos.

Velocidad de propagación del fuego: Rapidez de expansión del incendio.

Verticilo: Es un tipo de núcleo dactilar donde las crestas forman figuras circulares o en espiral, como un remolino, alrededor de un punto central.

Víctima: persona que sufre un daño físico, psicológico o moral como consecuencia de un delito o conducta antisocial. Su evaluación permite determinar afectación psicológica y factores de vulnerabilidad.

Viscosidad: propiedad que describe la resistencia de un fluido a fluir.

Voiceprint (huella de voz): representación espectrográfica de características únicas de la voz humana empleada para su identificación.

Volatilidad: Tendencia a pasar a estado gaseoso.

Volcado de memoria: extracción del contenido de la memoria volátil de un dispositivo, esencial para recuperar evidencia efímera.

Voltaje: Diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos que impulsa el movimiento de la corriente eléctrica.

X

Xenobiótico: sustancia química ajena al organismo que puede ser tóxica o farmacológicamente activa y cuya detección es fundamental en análisis forenses.

Y

Yuxtaposición: estudio que consiste en la integración óptica de dos campos diferentes, observados simultáneamente para poder establecer la identidad de las características detectadas; ya puede uno yuxtaponer dos percusiones en un rayado helicoidal adyacentes, lo que a la vista del examinador aparece como si fuera una sola.

Z

Zona de ahumamiento: esta zona es producida por la impregnación del humo u hollín, producto de la combustión de la pólvora y que se estampa sobre la superficie afectada, una vez que es proyectada por el cañón. Esta zona no es permanente.

Zona de chamuscamiento: esta zona es notoria cuando los disparos se producen desde muy cerca y se presenta cuando la llama, producto de la deflagración y combustión de la pólvora, llega a la superficie de contacto, produciéndose un chamuscamiento propiamente dicho. Esta zona es perenne.

Zona de contusión: está constituida por la lesión ocasionada en la piel, además del orificio de entrada o por el rozamiento del proyectil (erosión) a su paso y a consecuencia de la depresión de la misma.

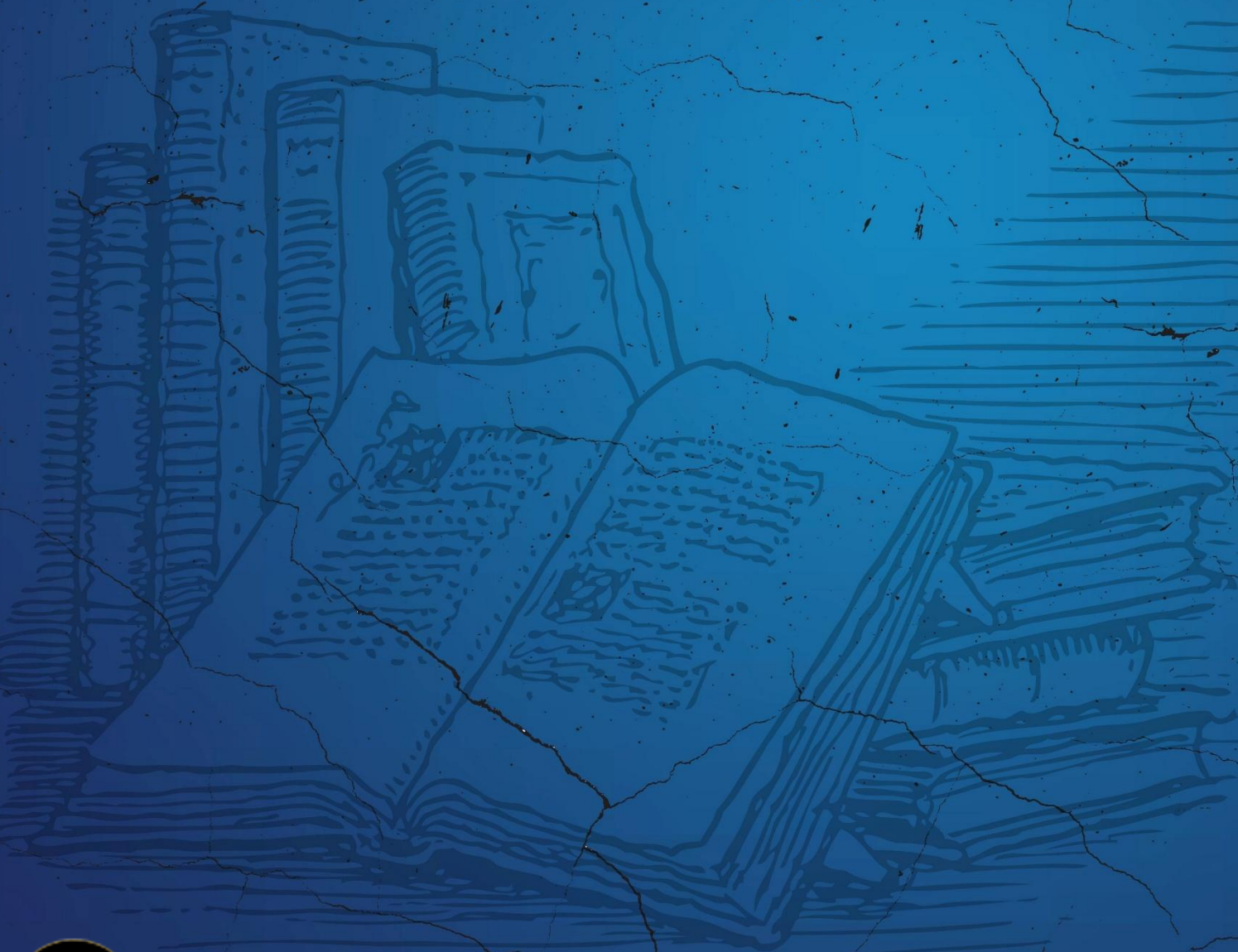




Zona de tatuaje: esta zona aparece cuando a la superficie afectada llegan los restos de pólvora, o sea, los gránulos combustos e incombustos que se van a impregnar en la piel, formando lo que se denomina “tatuaje”, pudiendo ser de dos clases: falso tatuaje y tatuaje propiamente dicho.



Bibliografía





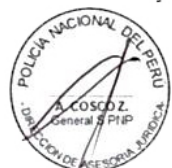
BIBLIOGRAFÍA

- Abbas, A., y Rutty, G. N. (2005). Ear piercing affects earprints: The role of ear piercing in human identification. *Journal of Forensic Sciences*, 50(2), 386–392. <https://doi.org/10.1520/JFS2003374>
- ABSeguridad. (2024). *Tetraedro del fuego*. <https://www.abseguridad.com/tetraedro-del-fuego/>
- Academia Española de Dermatología y Venereología. (2014). *Todo sobre tus cejas*. <https://aedv.es/comunicacion/notas-de-prensa/todo-sobre-tus-cejas/>
- Adams, R., y Valdez, F. (1997). Stratigraphy. En T. R. Hester, H. J. Shafer, y K. L. Feder, *Field methods in archaeology* (7ª ed., pp. 235-252). Routledge - Taylor y Francis Group.
- Agilent Technologies. (2016). *Fundamentos de la cromatografía de gases* [Diapositivas de PowerPoint]. https://www.agilent.com/cs/library/slidepresentation/public/5991-5423ES_Agilent_GC_Hardware_Spanish_v2.pptx
- Aguilar, W., Aguilar, W., y Leguizamón, M. (2019). *Tecnología microchip para acceder a información vehicular como apoyo a procesos de control y seguridad*. *Scientia et Technica*, 24(2), 264–274. <https://doi.org/10.22517/23447214.21621>
- Aguilera, B., Villanueva, E., y Gisbert, J. A. (2013). Patología forense en España: De dónde venimos y hacia dónde vamos. En *Libro blanco de la anatomía patológica en España*. Sociedad Española de Anatomía Patológica.
- Aguilera Tapia B, Anadón Baselga MJ, Arroyo Pardo E, Bandrés Moya F, Borobia Fernández C, Casas Sánchez JD, et al. *Manual de Medicina Legal y Forense*. 1ª edición. Madrid: Editorial Colex; 2000.
- Alarcón, J. (2003). *Perfil facial de pobladores peruanos de la comunidad de los UROS mediante el análisis de Powell* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/salud/alarcón_hj/enpdf/t_completo.pdf
- Albornoz, S., Chereau J. y Araya S. (2016). *El fuego y los incendios, Guía de autoinstrucción N° 01*. Academia Nacional de Bomberos de Chile. https://www.anb.cl/documentos_sitio/81229_4_Guia_Fuego.pdf
- Alca, E. (2007). *Problemática de la comercialización de combustibles en el Perú* [Tesis de pregrado Universidad Nacional de Ingeniería]. https://repositorio.uni.edu.pe/bitstream/20.500.14076/7384/1/alca_he.pdf
- Aljuwair, M. (2025, abril). *Análisis forense del Internet de las Cosas (IdC): Análisis forense sin chip*. XIII Simposio Internacional sobre Análisis Forense Digital y Seguridad (ISDFS) de 2025. <https://doi.org/10.1109/ISDFS65363.2025.11011987>
- Almeida, A., y Escobar, R. (2014). *Modelo de Análisis Forense Digital para una Entidad Bancaria*. Quito. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8702>
- AlQahtani, S., Liversidge, H., y Hector, M. (2010). Atlas of tooth development and eruption. *American Journal of Physical Anthropology*, 142(3), 481–490. <https://doi.org/10.1002/ajpa.21258>
- Alvarez. (s. f.). *Armas contundentes*. <https://es.scribd.com/doc/102907315/Armas-Contundentes>
- Álvarez, M. (2005). *Odorología Forense*. *Criminal Investigation Newsletter*, 2(3).
- Alvis, A. (2016). *Evaluation of phenol - chloroform and silica columns methods for DNA extraction from bone tissue*. UCC, 32-53.
- Amarante, J. (2017). *Exploring USB connection vulnerabilities on android devices breaches using the android debug bridge*. <https://repositorio.ipbeja.pt/entities/publication/2d3a01d8-3996-4e42-8ac7-1db83ae7128a>.
- Amaya, S. (2019). *Epistemología y psicología forense: Guía práctica para psicólogos y abogados*. Manual Moderno.
- Amaya, S. (2021). La evaluación psicológica forense como un diseño paralelo convergente desde los métodos mixtos de investigación. *Revista Iberoamericana de Psicología*, 14(3), 39–46. <https://doi.org/10.33881/2027-1786.rip.14304>
- American Board of Forensic Odontology. (2017). *Body Identification Information and Guidelines*
- American Board of Forensic Odontology. (2018). *Standards and Guidelines for Evaluating Bitemarks*





- Amsler, G., Casco, M., y Roatta, E. (2017, setiembre). *Limitaciones de las actuales herramientas de análisis digital forense para dispositivos móviles*. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/65366/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Anderson, G. y Huitson, N. (2004). *Myiasis in pet animals in British Columbia: The potential of forensic entomology for determining duration of possible neglect*. *The Canadian Veterinary Journal*, 45, 993–998.
- Andréu, J. (2001). *Las técnicas de análisis de contenido: Una revisión actualizada*. Fundación Centro de Estudios Andaluces.
- Angamarca, Y. A. (2025). *Streaming de contenido multimedia en tiempo real: innovaciones, telecomunicaciones*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/26688>
- Anitua, G. (2006). *"¡Identifíquese!" Apuntes para una historia del control de las poblaciones*. <https://www.pensamientopenal.com.ar/doctrina/30892-identifiquese-apuntes-historia-del-control-poblaciones>
- Anna, J., y Harish, K. (2013). *¿Cuán confiable es la diferenciación sexual a partir de las mediciones dentales?* *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*, 9(3), 135–143.
- Aprende emergencias. (s. f.). *Teoría del fuego*. <https://www.aprendemergencias.es/incendios/teor%C3%ADa-del-fuego/#:~:text=Un%20fuego%20es%20una%20reacci%C3%B3n,forma%20de%20llamas%20o%20incandescencia>
- AQUE fundacion. (2023). *El sonido y sus características*. <https://www.fundacionaque.org/sabes-que-es-el-sonido/>
- Arce, R., y Fariña, F. (2005). Peritación psicológica de la credibilidad del testimonio, la huella psíquica y la simulación: El Sistema de Evaluación Global (SEG). *Papeles del Psicólogo*, 26(92), 59–77.
- Arellano, M., y Rivera, M. (2021). *Dilemas éticos en la práctica psicológica forense*. Editorial Académica.
- Arguedas, J. (1941) *Yawar fiesta*. Compañía de Impresiones y Publicidad - Biblioteca Nacional del Perú.
- Ariza, A. A. (2024). *Análisis forense digital en dispositivos móviles*. *Revista Cathedra*. <https://revistas.umecit.edu.pa/index.php/cathedra/article/view/1419>
- Asnis, A., Ivanova, M., y Khaziev, S. (2019). *Determinación pericial forense del valor de objetos de propiedad intelectual*. *Teoría y Práctica del Examen Forense*, 14(3), 40–45. <https://doi.org/10.30764/1819-2785-2019-14-3-40-45>
- Asociación Antropológica Forense de Comparación Sistemática de Imágenes. (2025). *Guía latinoamericana para el peritaje antropológico forense con el método morfo-comparativo de imágenes* (V. 2.0). AFOCSI. https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://afocsi.com/wp-content/uploads/2025/01/Guia-Oficial-AFOCSI-V.2.0_NoCopy.pdf
- Asociación de Químicos Analíticos Oficiales Internacional. (2023). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 22ª edición.
- Asociación española de Imagen científica y forense. (2024). *Análisis forense de imágenes*. <https://imagencientifica.es/servicios/analisis-forense-de-imagenes/>
- Asociación Interamericana de Contabilidad. (2025). *Manual de procedimientos de peritaje contable*. Comisión Técnica Interamericana de Peritaje Contable y Auditoría Forense. <https://contadores-aic.org/wp-content/uploads/2025/10/Manual-PERITAJE-CONTABLE-v-f-1.pdf>
- Atelier. (2019). *Tipos de tela y conceptos de tejido en textil hogar*. <https://www.atexlier.com/blog/tipos-de-tela-y-conceptos-de-tejidos-en-textil-hogar>
- Ávila González, B. (2014). *Accidentología Vial. Infraestructura Vial*, 16(28), 44–50. doi: 10.15517/iv.v16i28.16179.
- Ayón, María Rosana. [1era Ed.]. (2019). *«Biología Forense»*. Opera lilloana 54, Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. ISBN 978-950-668-037-4.
- Báez, M. (2017). *Química analítica aplicada a la criminología*. <https://www.estudiocriminal.eu/wp-content/uploads/2017/03/Quimica-Forense-Quimica-Analitica-Aplicada-a-la-Criminologia.pdf>
- Bhat MA, Shrivastav AB, Qureshi SR, Quadri SA. *Forensic Exploitation of Veterinary Entomology*. IJAVMS 2011, 5 (4): 429–437.



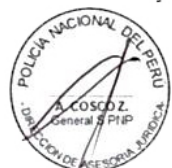


- Baigorry-Jalón, J. (2014). *From Paris to Nuremberg: The birth of conference interpreting*. John Benjamins.
- Baker, M. (1992). *In other words: A coursebook on translation*. Routledge.
- Balbuena, B. (2003). *Firmas auténticas y detección de firmas falsas*
- Ballard, D., Winkler, J., y Wesoly, J. (2020). Massive parallel sequencing in forensics: Advantages, issues, technicalities, and prospects. *International Journal of Legal Medicine*, 134(4), 1291–1303. <https://doi.org/10.1007/s00414-020-02294-0>
- Ballus, P., y Bona, T. (1999). *Enciclopedia temática auto evaluativa*. Thema Equipo Editorial, S.A.
- Bárbara G., Ramón, F., y Vilariño M. (2016). CBCA reality criteria in adults: A meta-analytic review. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 16(2), 201–210. <https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2016.01.002>
- Barboza, M. (2015). Análisis de los criterios médico-legales para la valoración del perjuicio estético facial. *Medicina Legal de Costa Rica*, 32(1), 23–39. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/mlcr/v32n1/art04v32n1.pdf>
- Bartol, C. R., y Bartol, A. M. (2012). *Introduction to forensic psychology: Research and application* (3rd ed.). Sage Publications.
- Bass, W. (1987). *Human osteology: A laboratory and field manual*. Missouri Archaeological Society
- Becerra, E. (2016). *Nivel de conocimiento sobre la norma técnica del uso del odontograma en estudiantes de la Escuela de Estomatología de la Universidad Señor de Sipán–Lambayeque–Perú, 2016*. [Título de tesis para optar por el título de cirujano dentista, Universidad Señor de Sipán]
- Bernal, I. (1979). *Historia de la arqueología en México*. Editorial Porrúa.
- Bello, J. (2017). *La odorología forense como herramienta para la identificación de una persona relacionada con un hecho punible*. *Revista de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Políticas*, 2(2), 165–184.
- Bertillon, A. (1893). *Identification anthropométrique: Instructions signalétiques*. Imprimerie Administrative. https://fr.wikisource.org/wiki/Identification_anthropométrique,_instructions_signalétiques/Texte_entier
- Bhona, F., Gebara, C., Noto, A., y Lourenço, L. (2020). Intimate partner violence: Controlling behavior and triggers of aggression. *Paidéia (Ribeirão Preto)*, 30, e3032. <https://doi.org/10.1590/1982-4327e3032>
- Biffi, E. (1996). *Psychological autopsies: Do they belong in the courtroom?* *American Journal of Criminal Law*, 24, 123–146.
- Binet, A. (1900). *La suggestibilité* [La sugestibilidad]. Schleicher Frères.
- Birch, I., Nirenberg, M., Vernon, W., y Birch, M. (2020). *Forensic gait analysis: Principles and practice*. CRC Press.
- Black, S. y Ferguson, E. (2011) *Forensic anthropology 2000 to 2010*. CRC Press.
- Blau, S. y Ubelaker, D. H. (2016). *Handbook of forensic anthropology and archaeology*. Left Coast Press.
- Boas, F. (1911) *La mentalidad del hombre primitivo*. The Macmillan Company.
- Bologna, G. J., y Lindquist, R. J. (1995). *Fraud auditing and forensic accounting: New tools and techniques* (2nd ed.). John Wiley y Sons. <https://www.worldcat.org/isbn/9780471106463>
- Bolvito, Y. (2017). *Elementos criminológicos en casos de extorsión en Guatemala* [Tesis de maestría, Universidad Rafael Landívar].
- Bonamigo, V., Torres, F., Lourenço, R., y Cubas, M. (2022). Violencia física, sexual y psicológica según el análisis conceptual evolutivo de Rodgers. *Cogitare Enfermagem*, 27, e87761. <https://doi.org/10.5380/ce.v27i0.87761>
- Bonfil, G. (1987). *México profundo: Una civilización negada*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- Bonnett, D. (1999, septiembre). *Diseño para programación en el sistema*. Actas de la Conferencia Internacional de Pruebas de 1999 (IEEE, n.º de cat. 99CH37034), pp. (págs. 252-259). <https://doi.org/10.1109/TEST.1999.805638>
- Borbón, M., Flórez, M., y Plazas, R. (2018). Grafología forense: Llave de ingreso al inconsciente criminal. *IUSTA*, 49(1), 79–108.
- Bouvet, B., Girolami, H., Servidio, A., Paparella, C. y Pavesi, A. (2010). "Valoración del Cinc en manchas seminales y su aplicación en la práctica forense". *CienciaUAT*, vol. 4, núm. 3, enero marzo, 2010, pp. 69-73. Universidad Autónoma de Tamaulipas Ciudad Victoria, México.
- Brathwaite, M. (2017, March 20). *Manual de criminalística 140908221053 phpapp02(1)*. Academia.edu





- Briem, A. (2012). Análisis comparativo de rugas palatinas usando el método de Carrea en personal de Gendarmería Nacional en Formosa, Argentina. *Forensic Oral Pathology Journal*, 3(6),13-17.
- Briones, M. (2019). *Obstetricia forense*. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.
- Brogdon, B. (1998). *Forensic radiology*. CRC Press
- Brown, T., LeMay, E., Bursten, B., Murphy, C., Woodward, P., y Stoltzfus, M. (2018). *Chemistry: The Central Science* (14th ed.). Pearson.
- Buikstra, J. y Ubelaker, D. (1997). *Standards for data collection from human skeletal remains*. Arkansas Archeological Survey.
- Burgué, J. (2011). La cara y sus proporciones estéticas. *Quintessence Técnica*, 22. <https://www.elsevier.es/es-revista-quintessence-tecnica-33-pdf-X1130533911914664>
- Burmeister, T. (2016, Jun 24). *Los pelos, las plumas y las escamas de reptiles tienen origen común*. DPA International (Spanish) Retrieved from <https://www.proquest.com/wire-feeds/los-pelos-las-plumas-y-escamas-de-reptiles-tienen/docview/1799268848/se-2?accountid=12268>
- Burt, B., Eklund, S. (2005). *Dentistry, Dental Practice, and the Community*. (6a ed.). Elsevier Health Sciences.
- Bustos, A. (s. f.). *Aspectos forenses de las caídas de altura*. Cuadernos de Medicina Forense Argentina, Año 4(1).
- Butyrin, A., Stativa, E., y Chubarkina, I. (2020). *Forensic engineering expert training within the system of higher and supplementary vocational education: Problematic aspects*. Forensic Science Standards: Where They Come From and How They Are Used. https://www.researchgate.net/publication/233448599_Forensic_Science_Standards_Where_They_Come_From_and_How_They_Are_Used
- Cáceres, P. (2003). Análisis cualitativo de contenido: Una alternativa metodológica alcanzable. *Psicoperspectivas*, 2(1), 53–82. <https://doi.org/10.5027/psicoperspectivas-vol2-issue1-fulltext-3>
- Calidad del agua. (s. f.). [Repositorio.sena.edu.co. https://repositorio.sena.edu.co/sitios/calidad_del_agua/index.html#](https://repositorio.sena.edu.co/sitios/calidad_del_agua/index.html#)
- Calvosealing. (s. f.). *Clasificación de fibras*. https://calvosealing.com/wp-content/uploads/docES_clasificacion_de_fibras.pdf
- Campohermoso, O. F. (2020). *Odontología legal y forense*. Charles C. Thomas.
- Candia, C. (2013). *Utilización de la Homologación de las Huellas de Mordedura Como una Técnica de Identificación en Pacientes de 20 a 40 Años de Edad del Puesto de Salud Rafael Belaúnde-Cayma–Arequipa 2012*. [Título de pregrado, Universidad Católica de Santa María]
- Cano, J. (2015). *Compuración forense*. Alfayomega. <https://doi.org/9789586829229>
- Cao, D. (2007). *Translating law. Multilingual Matters*.
- Capitaneanu, C., Willems, G., Thevissen, P. (2017). Revisión sistemática de métodos odontológicos para la estimación del sexo. *Journal Forensic Odontostomatology*. 35(2),1-19
- Cardona, V. (2020). *Guía para la atención forense veterinaria de biocidios por asfixia mecánica en animales domésticos*. Editorial Académica.
- Carney forensic. (2025). *Analisis Forense de telefonos celulares*. <https://www.carneyforensics.com/digital-forensics-services/cell-phone-forensics/>
- Caro, P. (2004). *Manual de química forense*. La Rocca.
- Carrera, A. (2025). *Reconocimiento de actividades utilizando información de color y profundidad*. http://arantxa.ii.uam.es/~jms/pfcsteleco/anteproyectos/Olmo_Esteban_Borja_AntePFC.pdf
- Carrion, M., & Tocornal, X. (2009). *El robo de vehículos: Un negocio que prende motor*. FLACSO.
- Casey, E. (2011). *Digital evidence computer crime forensic science, computers and the internet*. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.5555/2021194>
- Castillo, A. (2021). *La odorología forense y la inspección técnico ocular*. GICF.
- Castillo, E. y Colcha, F. (2012). *Diseño y construcción de un bastidor para un módulo didáctico de chasis de auto liviano para la escuela de ingeniería automotriz de la ESPOCH*.





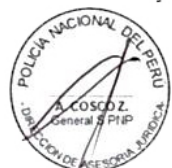
<https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/c8582fdb-4dd2-4458-8c17-4fc49dbd096d/content>.

- Castro, E. (2015). *Argumentación jurídica sobre la tipificación de la clonación vehicular como delito contra la propiedad y la seguridad jurídica*. <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/2464/1/TUTAB038-2015.pdf>.
- Castro, O., y Reyes, K. (2018). *Patología forense*. Ediciones Flores.
- Ceballos, F. (2014). El discurso suicida: Una aproximación al sentido y significado del suicidio basado en el análisis de notas suicidas. *Sciences PI Journal*, 1(1), 53–66.
- Ceballos, F. (2015). Aplicación forense de la autopsia psicológica en muertes de alta complejidad. *Anuario de Psicología Jurídica*, 25(1), 65–74. <https://doi.org/10.1016/j.apj.2015.02.004>
- Cellebrite. (2025). *Analisis forense de dispositivos móviles*. <https://cellebrite.com/en/digital-forensics/mobile-device-forensics/>
- Chang, R., y Goldsby, K. (2016). *Química* (12a ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores S.A.
- Cheng, S., Shen, A. C., y Jonson-Reid, M. (2020). Profiles of teen dating violence and association with depression among Chinese teens. *Journal of Interpersonal Violence*, 37(1–2). <https://doi.org/10.1177/0886260520923983>
- Chinchilla, L. (2025). *Autopsia psicológica como herramienta en la psicología forense: Revisión sistemática*.
- Christian, G., y Dasgupta, P. (2014). *Química analítica* (7.ª ed.). McGraw-Hill.
- Cid, J., y Larrauri, E. (2001). *Teorías criminológicas: Explicación y prevención de la delincuencia*. Editorial Bosch.
- Citorush HTC. (2023, 19 de junio). *Citología forense: El papel de la ciencia en la resolución de crímenes*. Citorush HTC. <https://www.citorush.com/post/citolog%C3%ADa-forense-el-papel-de-la-ciencia-en-la-resoluci%C3%B3n-de-cr%C3%ADmenes>
- Clayton, E., Jones, C., Brown, J., y Taylor, J. (2018). The aetiology of child sexual abuse: A critical review of the empirical evidence. *Child Abuse Review*, 27(3), 181–197. <https://doi.org/10.1002/car.2512>
- Cloninger, C. (2008). On well-being: Current research trends and future directions. *Healthy Mind Monographs*, 6(1), 3–15.
- Cognitech. (2025). *The Evolution of Video Forensics: Tools Transforming Research and Investigations*. <https://cognitech.com/the-evolution-of-video-forensics-tools-transforming-research-and-investigations/>
- Cohen, A. K. (1955). *Delinquent boys: The culture of the gang*. Free Press.
- Colegio Regional de Obstetras Lima y Callao. (s. f.). *Reseña histórica*.
- Comisión de Justicia de Género – Poder Judicial del Perú. (2021). *Lineamientos de actuación*. Poder Judicial del Perú.
- Concepción, T., Sosa H., Matos, A., Díaz, C. (2013). Orden y cronología de brote en dentición permanente. *Revista de Ciencias Médicas*, 17(3), 112-122.
- Conklin, W. E. (1998). *Theories of jurisprudence*. Garland Publishing.
- Congreso de la República. (1985). *Ley N.º 24128, Ley que crea el Instituto de Medicina Legal del Perú "Leonidas Avendaño" como organismo público descentralizado del Sector Justicia*. Diario Oficial El Peruano. <https://deperu.com/legislacion/ley-24128-pdf.html>
- Continuemos Estudiando. (2023, 4 de septiembre). 3. Combustibles: El petróleo. <https://continuemosestudiando.abc.gob.ar/contenido/3-combustibles-el-petroleo/>
- Contraloría General de la República. (2023). *Informe anual de control y lucha contra la corrupción*. CGR Perú. <https://www.contraloria.gob.pe>
- Contreras, G., Hernández, G., Salinas, I., Bustos, L., y Cruz, V. (2018). *Psicología forense*. Flores Editor y Distribuidor.
- Converso, Daniel y otros (2021). *Método recomendado para la toma de muestra y análisis de residuos de disparo*. Dirección de criminalística y estudios forenses - República Argentina Gendarmería Nacional.
- Cooper, J. E. (2022). *Seis décadas de avances en patología veterinaria forense*. Boletín The Royal College of Pathologists, (200).





- Cooper, J. E. y Cooper, M. E. (2007). *Introduction to veterinary and comparative forensic medicine* (1.^a ed.). Blackwell Publishing.
- Corominas, J. y Pascual, J. A. (1980–1991). *Diccionario crítico etimológico castellano e hispánico* (6 vols.). Editorial Gredos.
- Correa, A. (2020). *Odontología Forense*. (6a ed.). México
- Coulthard, M. y Johnson, A. (2007). *An introduction to forensic linguistics: Language in evidence*. Routledge.
- Cowles, J. (1813). *Researches into the physical history of mankind*. Sherwood, Gilbert y Piper
- Cox, M. y Hunter, J. (2005) *Forensic Archaeology Advances in Theory and Practice*. Routledge.
- Cromer, L. D., y Goldsmith, R. E. (2010). Child sexual abuse myths: Attitudes, beliefs, and individual differences. *Journal of Child Sexual Abuse*, 19(6), 618–647. <https://doi.org/10.1080/10538712.2010.522493>
- Crowder, C. y Stout, S. (2012) *Bone histology - An anthropological perspective*. CRC Press.
- Crumbley, D. L., Heitger, L. E., y Smith, G. S. (2015). *Forensic and investigative accounting* (7.a ed.). CCH Group. <https://www.worldcat.org/isbn/9780808040736>
- Cuevas, P., Dávila, M., y Jacobo, F. (2022). Violencia económica y patrimonial contra las mujeres. *Revista Praxis de la Justicia Fiscal y Administrativa*, 32, 1–35.
- Curi, J., Heit, O., Beaini, T., Michel-Crosato, E., Melani, R., Da Silva, R. (2019). Necropsia odontológica: técnicas e vias de acesso com finalidade de identificação humana. *Revista Brasileira de Odontologia Legal*, 6(2), 50–60.
- De Groot, G. y Van Laer, C. (2006). *The quality of legal dictionaries*. En S. Šarčević (Ed.), *Legal translation: Preparation for accreditation* (pp. 187–198). University of Rijeka.
- De Oliveira, C., Pacheco, M., Lednev, I., y Silveira, L. (2016). Raman spectroscopy in forensic analysis: Identification of cocaine and other illegal drugs of abuse. *Journal of Raman Spectroscopy*, 47(1), 28–38. <https://doi.org/10.1002/jrs.4864>
- Decreto Legislativo N.º 613. (1990). *Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales*. <https://www.oas.org/dsd/FIDA/laws/legislation/peru/peru.pdf>
- Decreto Legislativo N.º 1606. (2023). *Decreto Legislativo que modifica el Decreto Legislativo N°1219, Decreto Legislativo de Fortalecimiento de la Función Criminalística Policial*. Diario Oficial El Peruano. Normas Legales.
- Decreto Supremo N.º 003-2014-MTC. (2014). *Decreto supremo que modifica e incorpora disposiciones al Texto Único Ordenado del Reglamento Nacional de Tránsito - Código de Tránsito, aprobado por Decreto Supremo N° 016-2009-MTC*. Diario Oficial El Peruano.
- Decreto Supremo N.º 007-2014-IN. (2014). *Decreto Supremo que aprueban el procedimiento de control y destrucción de drogas ilícitas decomisadas en el marco de los artículos 67 y 68 del decreto Ley N° 22095 Ley de Represión del tráfico Ilícito de Drogas, modificado por el artículo 2 de la Ley N° 27634*.
- Decreto Supremo N.º 008-2006-SA. (2006). *Aprueba el Reglamento de la Ley del Trabajo del Químico Farmacéutico del Perú*. Diario Oficial El Peruano. Normas Legales.
- Decreto Supremo N.º 011-2025-IN. (2025). *Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1219, Decreto Legislativo de Fortalecimiento de la Función Criminalística Policial*. Diario Oficial El Peruano. Normas Legales.
- Decreto Supremo N.º 012-2025-IN. (2025). *Decreto supremo que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1267, Ley de la Policía Nacional del Perú*. Diario Oficial El Peruano. Normas Legales.
- Decreto Supremo N.º 016-2025-IN. (2025). *Decreto Supremo que modifica el Reglamento de la Ley N.º 30714, Ley que regula el Régimen Disciplinario de la Policía Nacional del Perú, aprobado por Decreto Supremo N.º 003-2020-IN, y modifica las Tablas de Infracciones y Sanciones – Anexos I, II y III de la citada Ley 30714*. Diario Oficial El Peruano. Normas Legales.
- Decreto Supremo N.º 268-2019-SA. (2019). *Aprueban las listas de insumos químicos, productos y sus subproductos o derivados que son objeto de control, y definen los bienes fiscalizados considerados de*





uso doméstico y artesanal, conforme lo establecido en los artículos 5 y 16 del Decreto Legislativo N° 1126; según las tablas 8 y 9. *Diario Oficial El Peruano. Normas Legales.*

- Degregori, C. I. (1990). *El surgimiento de Sendero Luminoso*. Instituto de Estudios Peruanos
- Delgado, C. (2001). *La identificación de locutores en el ambito forense*. <https://webs.ucm.es/BUCEM/tesis/inf/ucm-t25153.pdf>
- Delgado, C. (2021). *La identificación de locutores en el ambito forense*. Madrid, España.
- Demirjian, A., Goldstein, H., y Tanner, J. M. (1973). A new system of dental age assessment. *Human Biology*, 45(2), 211–227.
- Dempsey, J., Townsend, G., y Richards, L. (1999). Aumento del tamaño de la corona dental en mujeres con hermanos gemelos: evidencia de difusión hormonal intrauterina entre gemelos humanos. *American Journal of Human Biology*, 11(5), 577–586
- Denzin, N., y Lincoln, Y. (2000). *Handbook of qualitative research* (2nd ed.). Sage Publications.
- Días, D. (2025). *El uso de escáneres OBD por parte de la policía para identificar vehículos manipulados*. Jusbrasil. <https://www.jusbrasil.com.br>
- Diges, M. (2018). *Testigos, sospechosos y recuerdos falsos: estudios de psicología forense*. Editorial Trotta.
- Dirección Nacional de Criminalística de la PNP. (1990). *Manual de procedimientos*.
- Drug Enforcement Administration. (2020). *MDMA* (3,4-methylenedioxymethamphetamine). https://www.dea.gov/sites/default/files/2020-06/Ecstasy-MDMA-2020_0.pdf
- Drygajlo, A., Jessen, M., Gfroerer, S., Wagner, I., Vermeulen, J., y Niemi, T. (2015). *Methodological guidelines for best practice in forensic semiautomatic and automatic speaker recognition including guidance on the conduct of proficiency testing and collaborative exercises*. European Network of Forensic Science Institutes. https://enfsi.eu/wp-content/uploads/2016/09/guidelines_fasr_and_fsasr_0.pdf
- Drysdale, D. (s. f.). *Incendios*, cap. 41. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. <https://es.slideshare.net/slideshow/41-incendios-casey-c-grant-enciclopedia-oi/73994090>
- Durón, R. y Bolaños, P. (2018). Enfermedad trofoblástica gestacional. *Medicina Legal de Costa Rica*, 35(1), 30–43.
- Dutton, D., y Golant, S. (1995). *The batterer: A psychological profile*. Basic Books.
- Dutton, D., y Painter, S. (1981). Traumatic bonding: The development of emotional attachments in battered women and other relationships of intermittent abuse. *Victimology: An International Journal*, 6(1–4), 139–155.
- Echeburúa, E. (2004). *Superar un trauma: El tratamiento de las víctimas de sucesos violentos*. Pirámide.
- Echeburúa, E., Amor, P. J., y Corral, P. (2009). Hombres violentos contra la pareja: Trastornos mentales y perfiles tipológicos. *Pensamiento Psicológico*, 6(13), 27–36.
- Echeburúa, E., y Amor, P. J. (2016). *Hombres violentos contra la pareja: ¿Trastorno mental y necesidad de tratamiento psicológico?* *Terapia Psicológica*, 34(1), 31–40. <https://doi.org/10.4067/S0718-48082016000100004>
- Echeburúa, E., y Corral, P. (2007). *Intervención en crisis en víctimas de sucesos traumáticos: ¿Cuándo, cómo y para qué?* *Psicología Conductual*, 15(3), 373–388.
- Edwards, A., Civitello, A., Hammond, H. A., y Caskey, C. T. (1991). DNA typing and genetic mapping with trimeric and tetrameric tandem repeats. *American Journal of Human Genetics*, 49(4), 746–756.
- El Jaouhari, S. y. (2022). *Hacia un gestor de arranque genérico y seguro para la actualización OTA del firmware de dispositivos IoT*. Conferencia Internacional sobre Redes de Información (ICOIN) de 2022 (pp. 90-95). <https://doi.org/10.1109/ICOIN53446.2022.9687242>
- Enríquez, Y., Rosales, J., y Castañeda, J. (2020). Análisis ecológico de la violencia sexual de pareja en mujeres peruanas. *Acta Colombiana de Psicología*, 23(1), 272–286. <https://doi.org/10.14718/ACP.2020.23.1.13>
- Estévez, J. (2008). *Formación criminalística enfoque pericial algunos aspectos de la investigación científica forense*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala].
- European Network of Forensic Science Institutes. (2009). *Best practice guidelines for ENF analysis in forensic authentication of digital evidence*. ENFSI. <https://enfsi.eu/wp->





content/uploads/2016/09/forensic_speech_and_audio_analysis_wg_-

_best_practice_guidelines_for_enf_analysis_in_forensic_authentication_of_digital_evidence_0.pdf

European Network of Forensic Science Institutes. (s. f.). *European Network of Forensic Science Institutes*.

Fabián, E., Vilcas, L. y Alberto, Y. (2020). Factores de riesgo de violencia contra la mujer de parte del cónyuge. *Socialium*, 3(1), 69–96.

Fanon, F. (1961). *Los condenados de la tierra*. Fondo de Cultura Económica

Fashion Radicals. (2018, 30 de enero). *Las diferencias entre fibra textil, hilo y tejido*.
<http://www.fashionradicals.com/las-diferencias-entre-fibra-textil-hilo-y-tejido/>

Ferlini, R. (1993). *Principios de arqueología forense*. Editorial EUDEBA.

Fernández, A. (2016). *La importancia de la inspección ocular en la policía local*. Publicaciones Didácticas, N° 68.
<https://core.ac.uk/download/pdf/235860215.pdf>

Fernández, H. (2015). *Manual de psicología forense*. Editorial Criminalística.

Fernández, R., Peña, J., y Huertas, O. (2020). La inspección del lugar del hecho y la valoración legal de la huella o evidencia. *Revista Logos Ciencia y Tecnología*, 12(3), 115-127. <https://doi.org/10.22335/rict.v12i3.1253>

Fernández, V. (2000). *Teoría y metodología arqueológica*. Editorial Síntesis.

Ferragut, M., Ortiz-Tallo, M. y Blanca, M. (2021). *Victims and perpetrators of child sexual abuse*. International Journal of Environmental.

Ferragut, M., Ortiz-Tallo, M., Blanca, M. J., y Roldán, M. J. (2021). Victims and perpetrators of child sexual abuse: Abusive contact and penetration experiences. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18), 9593. <https://doi.org/10.3390/ijerph18189593>

Ferreiro, M. (2018). *Revisión bibliográfica: Aplicaciones de la biología molecular en la práctica forense*.

Ferreto, N. (2013). *Transición del patrón tricológico del cabello humano* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann].

Ferro, J. (2012). *Métodos científicos en la investigación de incendios*. Editorial Club Universitario: ECU.
<https://www.digitaliapublishing.com/a/174868/metodos-cientificos-en-la-investigacion-de-incendios>

FichaTec. (s. f.). *Microbiología y seguridad alimentaria*. <https://www.fichatec.com/blog/microbiologia-de-los-alimentos/>

Fisher, P. (1997). *El píxel: Una trampa y un engaño*. Revista Internacional de Teledetección.
<https://doi.org/10.1080/014311697219015>

FISWG (2022). *Facial Image Comparison Feature List for Morphological Analysis*. Facial Identification Scientific Working Group

FISWG. (2023). *Guideline for the Use ACE-V- Methodology in One-to-One Examinations_V1.0_20231117*.

Flores, A. (s. f.). *Clases de toma de muestras*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/190119922/Clases-de-Toma-de-Muestras>

Flores, J. (2015). *La acústica forense como medio de identificación en delitos de secuestro*.
<https://revistas.univalle.edu/index.php/compas/article/view/873/1498>

Fonseca, G., Cantín, M., y Lucena, J. (2014). Odontología Forense III: Rugas Palatinas y Huellas Labiales en Identificación Forense. *International Journal of Odontostomatology*, 8(1), 29-40.

Food Standards Agency. (2020). *Food fraud resilience self-assessment tool*. FSA.
<https://www.food.gov.uk/business-guidance/food-fraud>

Forensifocus. (12 de 02 de 2025). *Análisis forense móvil*. <https://www.forensifocus.com/guides/mobile-forensics-a-short-guide-to-digital-evidence-recovery-from-mobile-devices/>

Fraser, H. (1990). *An approach to the forensic analysis of confessions*. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 22(2), 49–66.

Fraser, H. (2003). Issues in Transcription: Factors Affecting the Reliability of Transcripts as Evidence in Legal Cases. *International Journal of Speech, Language and the Law*, 10(2), 203–226.

Fuente, A., Lesta, L., y Gea, M. (2015). El lóbulo de la oreja: Características, alteraciones y envejecimiento. *Cirugía Plástica*, 25(3), 153–160. <https://www.medigraphic.com/pdfs/cplast/cp-2015/cp153b.pdf>





- Fuster, D. (2019). Investigación cualitativa: Método fenomenológico hermenéutico. *Propósitos y Representaciones*, 7(1), 201–229. <https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n1.267>
- Gaiba, F. (1998). *The origins of simultaneous interpretation: The Nuremberg Trial*. University of Ottawa Press.
- Gálvez, R. (2008). *Prototipo de un modelo de transmisión y recepción así como el análisis técnico de su funcionamiento de radio digital DAB (digital radio broadcasting)*.
- Galvis, I. (2008). Análisis conductual forense en un caso de delito financiero. *Cuadernos de Contabilidad*, 9(25), 465–486. Cuadernos de Contabilidad.
- García, C. (2013). *Herida por objeto contuso*. <https://prezi.com/s8gubyevn7ip/heridas-por-objeto-contuso>
- García, E. (2008). *Acústica forense*. México.
- García, F., Cárdenas, J., Takajashi, F., y Susano, M. (s. f.). *Medicina forense*. Editorial El Manual Moderno.
- García, M. (2015). *Odontología forense: técnicas y aplicaciones*. Editorial Médica Panamericana.
- García, M. (2015-2016). *Análisis Forense con Distribuciones GNU/LINUX*. <https://docplayer.es/14280807-Analisis-forense-con-distribuciones-gnu-linux.html>
- García, M., Pérez, R. (2014). Relación entre las dimensiones dentales y la estatura en diferentes poblaciones latinoamericanas. *Revista Latinoamericana de Antropología Forense*, 5(2), 67-75.
- García, T. (2007). *Pericia en autopsia psicológica*. Ediciones La Rocca.
- Gardner, R., y Krouskup, D. (2019). *Practical crime scene processing and investigation* (3ª ed.). CRC Press.
- Gaviria, D. L., Calderón Hernández, J. A., y Gil-Villa, A. M. (2021). *Secuenciación de Nueva Generación: ¿Es factible su implementación en el ámbito forense colombiano? Memorias Forenses*, (5), 75–91. <https://doi.org/10.53995/25390147.1012>
- Geeksforggeeks. (2024). *mobile-forensics-definition-uses-and-principles*. <https://www.geeksforggeeks.org/computer-networks/mobile-forensics-definition-uses- and-principles/>
- Geertz, C. (1973) *The interpretation of cultures*. Basic Books INC.
- Gerdin JA, McDonough SP. *Forensic Pathology of Companion Animal Abuse and Neglect*. Vet 2013, 50 (6): 994-1006.
- Getty. (s. f.). *Rollos de tela* [Resultados de búsqueda de imágenes]. <https://www.gettyimages.es/search/2/image?phrase=rollos+de+tela>
- Gezegorz, Z. (2013, octubre 25). *Statistical analysis in forensic science*. Institute of Forensic Research, Krakow, Poland.
- Gibbons, J. (2008). *Language and the Law*. Routledge.
- Giménez Pérez, A. (2015). *La Odorología Forense en el Ámbito Jurídico Español*. Skopein: La justicia en manos de la Ciencia, (10), 7.
- Girón, V. (2014). *Método Fry de restauración de identificaciones de chasis como prueba metalográfica destructiva para la investigación forense* [Tesis, Universidad de San Carlos Guatemala].
- Gisbert Calabuig JA. *Medicina legal y toxicología*. 6ª edición. Elsevier Masson; 2004.
- Gisbert, M., Castellano, M., y Luna, A. (2004). *Medicina legal y toxicología* (8.ª ed.). Elsevier España.
- Godoy, V., e Higuera, L. (2005). Aplicación forense de la entrevista cognitiva: descripción, evolución y situación actual. *Anuario de Psicología Jurídica*, 15, 41–52.
- Goldberger, B. y Wilkins, D. (2015). Analytical and Forensic Toxicology. En C.D. Klaassen y J.B. Watkins (Ed.), *Casarett y Doull's Toxicology* (pp. 463-470). New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Gómez, M. (2016). *La traducción judicial y forense en el ámbito penal*. *Revista de Lengua i Dret*, (66), 209–228.
- González, A. (2021). *Aleación*. Lifeder. <https://www.lifeder.com/aleaciones-metalicas/>
- González, B. (2022). Roles de participación en el bullying y episodios violentos en estudiantes de primaria. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 24, e15. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1607-40412022000100125&script=sci_arttext
- González, D. (2015). *Estudio forense del pelo*. Academia.edu. https://www.academia.edu/19328461/Estudio_forense_del_pelo



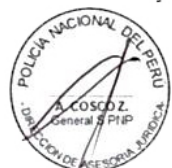


- González, M. (2016). *Análisis del movimiento en secuencias de imágenes*. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/66036>
- González, O., García, M., Cebrián, C. (2006). *Lesiones de la mucosa oral*. *Protocolos clínicos de la Sociedad Española de Cirugía Oral y Maxilofacial* 4, 68-69.
- González, R. D., Vásquez, V. F., & Mikkelsen, H. (1991). *Fundamentals of Court Interpretation: Theory, Policy and Practice*. Carolina Academic Press.
- Gould, S. (1981) *La falsa medida del hombre*. Editorial ED Crítica.
- GPYes. (2024). *Cell phone triangulation*. <https://www.gpyes.com.au/cell-phone-triangulation>
- Graebner, F. (1911) *El método de la etnología*. Heidelberg.
- Griem, W., y Griem, S. (2020). *Geología general apuntes*. Chile.
- Gross, H. (1897). *Kriminalpsychologie*. Carl Gerold's Sohn
- Guerra, A. (2007). *¿Cuáles son los criterios del labio perfecto? Más Dermatología*. <https://masdermatologia.com/PDF/0014.pdf>
- Guevara, P., Casanova, M., López, C., Rivas, D., Castellón, J., Cáceres, R., Espinoza, A. (2022). *Identificación y análisis comparativo de patrones rugoscópicos con el método de Basauri en individuos de tres departamentos de Nicaragua*. *Revista Mexicana Medicina Forense*. 7(2):68-81.
- Gupta, N. (2019). Extracción de ADN y reacción en cadena de la polimerasa. *Journal of Cytology*, 116 - 117.
- Gutiérrez, C. (2018). *Análisis de patrones y su importancia en la investigación de manchas de sangre forense moderna*. Minerva: Saber, Arte y Técnica, 2(2).
- Hale, S. (2004). *The Discourse of Court Interpreting: Discourse Practices of the Law, the Witness and the Interpreter*. John Benjamins.
- Hammer, E. (1997). *Tests proyectivos gráficos*. Paidós.
- Hare, R. D. (1984). *La psicopatía: teoría e investigación*.
- Harris, E. (1989) *Principles of Archaeological Stratigraphy*. Academic Press.
- Harvey, M. (2002). *What's so Special about Legal Translation? Meta: Journal des traducteurs*, 47(2), 177–185.
- Hebda, L. M., Doran, A. E., y Foran, D. R. (2014). Collecting and analyzing DNA evidence from fingernails: A comparative study. *Journal of Forensic Sciences*, 59(5), 1193–1200. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12465>
- Heidari, S., Babor, T., De Castro, P., Tort, S., y Curno, M. (2019). Equidad de género y sexo en la investigación: fundamento de las directrices SAGER y uso recomendado. *Gaceta Sanitaria*, 33 (2), 203-2010.
- Hemmati, A., Newton-Howes, G., Falahi, S., Mostafavi, S., Colarusso, C. A., y Komasi, S. (2021). *Personality pathology among adults with history of childhood sexual abuse*.
- Hertog, E. (2016). *Legal Interpreting and Translation in the EU: Status and Standards*. Cambridge Scholars Publishing.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Hernández, J. (s. f.). *Los alimentos como vehículos de propagación de enfermedades*. <https://hernandez-ciencia-de-los-alimentos.blogspot.com/2012/03/los-alimentos-como-vehiculos-de.html>
- Heródoto. (s. f.). *Historia*. Editorial Gredos.
- Hidalgo Cajo, I., Hidalgo Cajo, B., Yasaca Pucuna, S., y Lema Ayala, L. (2018). *Informática forense*. <https://doi.org/978-9942-35-224-8>
- Hodgson, E., Roe, R. M., Mailman, R. B., Chambers, J.E. (2015). *Dictionary of Toxicology*. London: Academic Press- Elsevier.
- Honour, J.W. (2015). *New examples of antibody-based assay interferences*. *Ann Clin Biochem*; 52: 309–11.
- Hopwood, W. S., Leiner, J. J., y Young, G. R. (2012). *Forensic accounting and fraud examination* (2nd ed.). McGraw-Hill Education. <https://www.mheducation.com/highered/product/forensic-accounting-and-fraud-examination-hopwood.html>



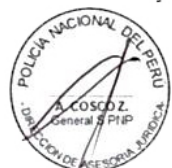


- Hovorakova, M., Lesot, H., Peterka, M., Peterkova, R. (2018). *Revisión del desarrollo temprano de la dentición humana*. Australian dental journal. 233(2),135-145
- Hughes, J., y Miller, C. (2010). *Forensic Odontology*. CRC Press
- Hunt, E., y Gleiser, I. (1955). *Estimación de la edad y el sexo de niños preadolescentes a partir de huesos y dientes*. American Journal of Physical Anthropology. 13(3),479-87.
- Huri, M., Ahmad, U., Ibrahim, R., y Omar, M. (2017). A review of explosive residue detection from forensic chemistry perspective. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 21(2), 267–282.
- Hurtado Ambrosio, M. (2021). *La odorología forense en el desempeño funcional de la División de Investigación de la Escena del Crimen DIRCRI PNP, Lima 2021*. Repositorio Institucional UNFV.
- Hussain, C.M., Rawtani, D., Pandey, G., Tharmavaram, M. (2021). *Handbook of Analytical Techniques for Forensic Samples: Current and Emerging Developments*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822300-0.00008-2>
- Idris, B., y Goodwin, W. H. (2022). Evaluating the sensitivity of presumptive and confirmatory tests for body fluids. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, 8, 276–278. <https://doi.org/10.1016/j.fsigss.2022.10.061>
- Illescas, M., Tapia, J., y Flores, E. (2018). Factores socioculturales que influyen en mujeres víctimas de violencia intrafamiliar. *Killkana Sociales*, 2(3), 187–196. https://doi.org/10.26871/killkana_social.v2i3.348
- Indalics. (2025). *Estudio forense de videos digitales para procesos judiciales*. <https://indalics.com/servicios-periciales/estudio-forense-de-videos>
- Inman, K. y Rudin, N. (2001). *Principles and practice of criminalistics: The profession of forensic science*. CRC Press. ISBN 978-0-8493-8127-0
- Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2016). *Guía de valoración médico-legal*. Ministerio Público – Fiscalía de la Nación.
- Instituto Federal de Telecomunicaciones. (2023). *Guía para el estudio de asignación de IMSI*. https://www.ift.org.mx/sites/default/files/guia_para_el_estudio_de_asignacion_de_imsi26_08_22.doc
- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2001) *Guía práctica para el Informe Pericial Odontológico Forense y Informe Pericial de Edad*. Colombia.
- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2009). *Manual de identificación de cadáveres en la práctica forense*. Colombia
- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2011). *Guía práctica para el examen odontológico forense*. Colombia
- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2011). *Reglamento Técnico para la Estimación de Edad en Clínica Forense*. Colombia
- Instituto Universitario de la Policía Federal Argentina. (2023). *Análisis forense facial*.
- INTERPOL. (2018). *Guía de INTERPOL para la Identificación de Víctimas de Catástrofes (IVC)*. https://www.interpol.int/es/Como-trabajamos/Policia_cientifica/Identificacion-de-Victimas-de-Catastrofes-IVC.
- Interpol. (2025). *Análisis forense digital*. <https://www.interpol.int/es/Como-trabajamos/Innovacion/Analisis-forense-digital>
- Intriago, M., y Maitta, I. (2021). Factores socioculturales que inciden en el comportamiento de los hombres agresores de violencia de pareja. *Revista Científica Arbitrada en Investigaciones de la Salud GESTAR*, 4(8, edición especial), 185–196. <https://doi.org/10.46296/gt.v4i8edesp.0040>
- Introducción a la geología. (2012, 17 de septiembre). *Los minerales*. <https://melcosentimental.blogspot.com/2012/09/capitulo-3-magmatismo-terrestre.html>
- Irureta, V. A (2011). Título del capítulo o entrada (pp. 29). *Accidentología Vial y Pericia*. Editorial: Ediciones La Rocca.
- Irureta, V. A. (2023). Título del capítulo o entrada (pp. 7). *Accidentología científica para Juristas (Y otros no ingenieros)*. Editorial: Cathedra Jurídica.



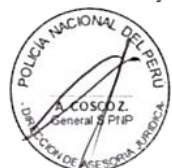


- ISASTUR. (2010). *Manual de seguridad de trabajo*. https://www.isastur.com/external/seguridad/data/es/1/1_1.htm
- Jenkins, E. K., DeChant, M. T., & Perry, E. B. (2018). *When the nose doesn't know: The current state of biological security and the role for detection canine olfaction*. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 56.
- Ivliev, A. D. (2023). *Enfoque metodológico para determinar el lugar del examen de tasación judicial en la clasificación de los exámenes económicos forenses*. *Actuales Problemas del Derecho Ruso*, 18(1), 161–171. <https://doi.org/10.17803/1994-1471.2023.146.1.161-171>
- Jeremy W. Dale, M. S. (2013). *Principi e applicazioni della tecnologia del DNA ricombinante*. Italia: Edises.
- Jesús, M. (2017). *Estudio Microbiológico de los Alimentos Preparados en el Servicio De Alimentación del Batallón de la Policía Militar N° 503 –Chorrillos– 2017*. Ucv.edu.pe. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/7787>
- Jiménez, F. (2009). *Evaluación psicológica forense: Ámbitos delictivos, laboral y elaboración de informes*. Amarú Ediciones.
- Jones, A. (2019). *Alcohol, its analysis in blood and breath for forensic purposes, impairment effects, and acute toxicity*. *WIREs Forensic Sci* [Internet]. [citado el 18 de marzo de 2025];1:e1353. <https://doi.org/10.1002/wfs2.1353>
- Joseph I, Mathew DG, Sathyan P, Vargheese G. *The use of insects in forensic investigations: An overview on the scope of forensic entomology*. *Journal of Forensic Dental Sciences*. 2011;3(2):89-91.
- Junta de Andalucía. (s. f.). *Metodología para declarar un suelo contaminado*. https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Estado_Y_Calidad_De_Los_Recursos_Naturales/Suelo/Criterios_pdf/Muestreo.pdf
- Jurado, M. (2020). *Los tejidos y su clasificación*. <https://mariajurado.es/los-tejidos-textiles/>
- Jurgensen, C. (1836) *Guía de la antigüedad nórdica*. Copenhague.
- Juste, I. (2020). *Qué es el medio ambiente: definición y resumen*. *Ecología verde*. <https://www.ecologiaverde.com/que-es-el-medio-ambiente-definicion-y-resumen-1674.html>
- Kashyap B, Anand S, Reddy S, Basavaradhya S, Supriya N, Pasupuleti S. *Comparison of the bite mark pattern and intercanine distance between humans and dogs*. *J Forensic Dent Sci* 2015, 7 (3): 175-179.
- Kent, K., Chevalier, S., Grance, T., y Dang, H. (2006). *Guide to integrating forensic techniques into incident response (NIST Special Publication 800-86)*. National Institute of Standards and Technology. <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-86>
- Klepinger, L. (2006) *Fundamentals of Forensic Anthropology*. Wiley-Liss.
- Knox, R. (1850) *The Races of Men*. Lea y Blanchard.
- Kobylarz, D., Michalska, A., y Jurowski, K. (2023). Field portable X-ray fluorescence (FP-XRF) as powerful, rapid, non-destructive and 'white analytical tool' for forensic sciences - State of the art. *Trends in Analytical Chemistry*, 169, Artículo 117355. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2023.117355>
- Komar, D. y Buikstra, J. (2008) *Forensic Anthropology - Contemporary theory and practice*. Oxford University Press.
- Kousen, J. (2016). *La carta dental como medio probatorio de identificación: estudio sobre la eficacia del odontograma a partir de la mayoría de edad*. [Artículo de reflexión para optar por el título de abogado, Universidad Católica de Colombia]
- Krenzer U. (2006). *Compendio de métodos antropológico-forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico*. 1era ed. Guatemala: CAFCA.
- Krishan, K., Kanchan, T., Garg, A. (2015). *Dental Evidence in Forensic Identification - An Overview, Methodology and Present Status*. *Open Dentistry Journal*.31(9), 250-256.
- Kritz, J. (2025). *Jailbreak a Jailbreak*. arXiv preimpresión arXiv:2502.09638. <https://arxiv.org/abs/2502.09638>
- Kroeber, A. (1923) *Anthropology*. Harcourt, Brace and Company.
- Laboratorio Proal. (s. f.). *Toma de muestras para el análisis de productos alimenticios*. http://www.laboratorioproal.com.ar/assets/toma_de_muestras_para_el_analisis_de_productos_alimenticios.pdf



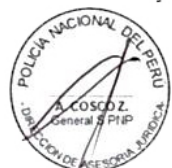


- Laj, F. (2014). *Técnicas y métodos de detección de alteraciones en los sistemas de identidad vehicular, en casos de robo y hurto de vehículos* [Tesis, Universidad Rafael Landívar]. <https://repositorio.ausjal.org/handle/20.500.12032/137515?show=full>
- Lalana, C., y Lalana, E. (2024). Reacción en cadena de la polimerasa (PCR): tipos y usos. *Revista Sanitaria de Investigación*, 5(8), 465.
- Langley, N. y Tersigni, M. (2017) *Forensic Anthropology: A Comprehensive Introduction*.
- Larrotta, R., Gómez-Camacho, M., Fernández-Pinto, J., y Sierra-Mejía, E. (2023). La autopsia psicológica en Colombia: ¿Concepto o procedimiento para la investigación criminal? *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 55. <https://doi.org/10.18273/saluduis.55.e:23039>
- Latinitium. (2025). *Forensis: origen y significado del término*. <https://latinitium.com/latin-dictionaries/>
- Laws Learned. (2024). *Forensic science in accident reconstruction: Techniques and insights*. <https://lawslearned.com/forensic-science-in-accident-reconstruction/>
- León, E. (2014). *Psychopathy Checklist–Screening Version (PCL:SV)*.
- León, E., Cortés, M., y Folino, J. (2014). Descripción multidimensional de población carcelaria chilena. *Psicoperspectivas*, 13(1), 68–81. <https://doi.org/10.5027/PSICOPERSPECTIVAS-VOL13-ISSUE1-FULLTEXT-243>
- Levi, C. (1963) *Structural Anthropology*. Basic Books INC.
- Levine, B., Caplan, Y., y Jones, A. (2020). Alcohol. En B.S. Levine y S. Kerrigan (Ed.), *Principles of Forensic Toxicology* (pp. 287-316). 5th ed. Cham: Springer Nature Switzerland AG.
- Ley N.º 30364. (2015). *Ley que crea el sistema para prevenir, sancionar y erradicar la violencia*.
- Ley N.º 28296. (22 de julio del 2004). *Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación*. Normas Legales. Diario Oficial El Peruano.
- Ley N.º 29439. (2009). *Ley que modifica e incorpora artículos al Código Penal y modifica los Códigos Procesales Penales, referidos a la conducción en estado de ebriedad o drogadicción* [en línea]. Lima: Diario Oficial El Peruano. Normas Legales; 2009 [citado el 25 de abril de 2025]. <https://diariooficial.elperuano.pe/normas>
- Ley N.º 30714. (2017). *Ley que regula el Régimen Disciplinario de la Policía Nacional del Perú* [en línea]. Lima: Diario Oficial El Peruano. Normas Legales; 2017 [citado el 26 de abril de 2025]. Lima, 30 diciembre 2017. <https://diariooficial.elperuano.pe/normas>
- Ley N.º 30819. (2018). *Ley que modifica el Código Penal y el Código de los niños y adolescentes* [en línea]. Lima: Diario Oficial El Peruano. Normas Legales; 2018 [citado el 22 de abril de 2025]. <https://diariooficial.elperuano.pe/normas>
- Li, T. (2015) *Forensic biology*. CRC Press.
- Lipa, R (2019). *Análisis Químico de Oro y Plata en sus Diferentes Procesos en la Empresa Minera Arutani S.A.C.* Ocuvi – Lampa. Tesis Universidad Nacional del Altiplano – Facultad de Ingeniería. Perú.
- Locard, E. (1920). *L'enquête criminelle et les méthodes scientifiques*. Flammarion.
- Locard, E. (1931–1940). *Traité de criminalistique* (Vols. 1–7). Joannès Desvigne.
- Locke, J. (1924) *An essay concerning human understanding*. A.S. Prinffle-Pattison - Oxford at the Clarendon Press
- Lombroso, C. (1876). *L'uomo delinquente: Studiato in rapporto alla antropologia, alla medicina legale ed alle discipline carcerarie*. Hoepli
- Londoño, C. (2021). *Técnicas de muestreo de agua*. https://www.academia.edu/11233383/TECNICAS_DE_MUESTREO_DE_AGUA
- Long, E. (1774) *The History of Jamaica*. Cambridge University Press.
- López Saldivar, C. C. (2013). *La conducta antisocial durante la adolescencia, dentro del marco de la psicología forense*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- López, D. (2024). Reseña de Nociones de criminalística y criminología de Moreno y Rodríguez. *Tekné: Revista de Ciencias y Humanidades*, 2(1), 23–25. <https://doi.org/10.69845/tekn.v2i1.347>
- López-Hilari, H. M. (2022). *La odorología forense y su incidencia en la investigación criminal*. Repositorio URL.



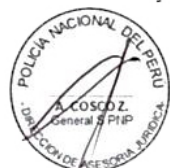


- López, J., Martínez, P. (2012). *Aplicaciones de la odontología forense en la identificación humana*. Editorial Universidad Nacional Autónoma de México.
- López, V., González Trijueque, D., y Graña Gómez, J. L. (2022). *Manual de psicología forense en el ámbito laboral: Concepto, metodología y aplicaciones*. Ediciones Pirámide.
- Losada, A., y Jursza, I. (2019). Abuso sexual infantil y dinámica familiar. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 22(3), 2803–2828.
- Lossetti, O., Trezza, F., y Patito, J. (2006). Patología forense y nacimiento con vida: docimasias. *Cuadernos de Medicina Forense*, 4(3), 37-39.
- Lucena, J. (2015). *La acústica forense*. Madrid.
- Lucero, B. A., Saracini, C., Mora, M. y Muñoz-Quezada, M. T. (2020). Bioethical aspects of the use of biometric identifiers. *Acta Bioethica*, 26(1), 43–50. <https://doi.org/10.4067/S1726-569X2020>
- López, R. Celis, J. López, A. Mendivil, D. Valdez, B. Quintero (s. f.) De La Función, E. D. A. Licenciatura En Ciencias Biomédicas Proteómico. p. 13.
- Macfarlane, W. (2000). *Demystified - Molecular Pathology*, 53, 1 - 7. <https://doi.org/10.1136/mp.53.1.1.000100043>
- Maier, J. (2021) *La arqueología ilustrada americana - La universalidad de una disciplina*. PUBLICACIONES ENREDARS.
- Maldonado, C. (2020). *Herramientas Forenses de Análisis Digital para la Obtención De Información aplicado a Ordenadores y dispositivos móviles*. Quetzaltenango. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisortiz/2021/07/03/Maldonado-Carlos.pdf>
- Mallett, X., Blythe, T., y Berry, R. (2014). *Advances in forensic human identification*. CRC Press.
- Manning, G. A. (2010). *Financial investigation and forensic accounting*. CRC Press.
- Manual de Tricología forense. (2016). *SlideShare*. <https://es.slideshare.net/slideshow/manual-de-tricologia-forense-65529146/65529146>
- Manzanero, A. (1991). *Realidad y fantasía: Credibilidad, metamemoria y testimonio*. Universidad Autónoma de Madrid.
- Manzanero, A. (1996). Evaluando el testimonio de menores testigos y víctimas de abuso sexual. *Anuario de Psicología Jurídica*, 6, 13–34.
- Manzanero, A. (2001). Procedimientos de evaluación de la credibilidad de las declaraciones de menores víctimas de agresiones sexuales. *Revista de Psicopatología Clínica, Legal y Forense*, 1(2), 51–71.
- Manzanero, A. (2010). *Memoria de testigos: Obtención y valoración de la prueba testifical*. Pirámide.
- Manzanero, A. L., y González, J. L. (2015). Modelo holístico de evaluación de la prueba testifical (HELPT). *Papeles del Psicólogo*, 36(2), 125–138. <https://doi.org/10.1016/j.apj.2015.01.004>
- Manzanero, A., y Diges, M. (1993). Evaluación subjetiva de la exactitud de las declaraciones de los testigos: La credibilidad. *Anuario de Psicología Jurídica*, 3, 7–27.
- Mark J. Ackerman (2010). *Essentials of forensic psychological assessment* (2nd ed.). Wiley.
- Marks, S. (1995). Biología básica y aplicada de la erupción dental. *Connective Tissue Research*, 32 (1), 149-57.
- Martin E. Seligman (1975). *Helplessness: On depression, development, and death*. W. H. Freeman
- Martínez Catena, A., y Redondo, S. (2016). Etiología, prevención y tratamiento de la delincuencia sexual. *Anuario de Psicología Jurídica*, 26(1), 19–29. <https://doi.org/10.1016/j.apj.2016.04.003>
- Martínez, E. (2016). *Marcas de herramientas*. <https://es.slideshare.net/EdguarWiltonMartnezV/marcas-de-herramientas>
- Martínez, M., Baena, S., Crissien, T., Pérez, I., y Santolaya, J. (2018). Sentencia judicial, delito sexual y pericial psicológica: enfoque transcultural. *Universitas Psychologica*, 17(2), 1–11. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy17-2.sjds>
- Matos, E. (2017) *Historia de la Arqueología del México Antiguo*. El Colegio Nacional.
- Matos, P. (2002). *Detección de adulterantes de combustibles de uso en el parque automotor peruano*. Tesis, Universidad Nacional San Marcos, Lima Perú.



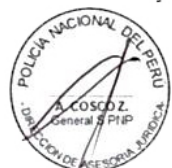


- Matson, R. (2008). *Microarray Methods and Protocols*. Boca Raton, Florida: CRC. pp. 27-29. ISBN 978-1420046656.
- Matte, M., Williams, L., Frappier, R., y Newman, J. (2012). Prevalence and persistence of foreign DNA beneath fingernails. *Forensic Science International: Genetics*, 6(2), 236–243.
- Matute, G. (2015). La rugoscopia palatina forense como metodo de identificacion humana a traves del analisis comparativo. *Revista Científica de la Escuela Universitaria de las Ciencias de la Salud*, 2(1), 37-42.
- McGuinness K, Allen M, Jones BR. *Non-accidental injury in companion animals in the Republic of Ireland*. Ir Vet J 2005, 58 (7): 392-396.
- McGuire, P. (2024). *Idlayr*. <https://idlayr.com/es/blog/msisd-imsi-movil-2023/>
- McNair, H., Miller, J., y Snow N. (2019). *Basic Gas Chromatography*. 3rd ed. Hoboken: John Wiley y Sons, Inc.
- Medio Ambiente: Concepto, Contaminación y Protección. (2012). *Concepto de* <https://concepto.de/medio-ambiente/>
- Mendoza, B. (2014). *Métodos de identificación en la recolección de evidencia odontológica para la valoración de hallazgos dentales que ingresan a la morgue Aragua*. [Título de tesis para optar por el título de especialista en criminalística, Universidad de Carabobo]
- Mendoza, M. (2019). *Violencia intrafamiliar y conducta suicida en adolescentes*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Merck M. (2010) *Veterinaria forense*. 1ª edición. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A.
- MESARD. (2017). *Canine Olfaction: A Review*.
- Michaleas, S., Veskoukis, A., Samonis, G., Pantos, C., Androutsos, G., Karamanou, M. (2022). *Mathieu Joseph Bonaventure Orfila (1787-1853): The Founder of Modern Toxicology*. *Maedica (Bucur)*;17(2):532-537. <https://doi.org/10.26574/maedica.2022.17.2.532>
- Mike, W. y Márquez, N. (2015) *Forensic Archaeology: A Global Perspective*. Wiley-Blackwell.
- Mikkelsen, H. (2008). *Introduction to Court Interpreting*. Routledge.
- Mincer, H., Harris, E., Berryman, H. (1993). The ABFO study of third molar development and its use as an estimator of chronological age. *Journal of Forensic*, 38(2), 379-390.
- Ministerio de Educación PLANCAD secundaria (2020). *Ciencia, tecnología y ambiente*. Universidad Peruana Cayetano Heredia, Perú.
- Ministerio de Energía y Minas. (2001). *Decreto Supremo N.º 045-2001-EM: Reglamento para la comercialización de combustibles líquidos y otros productos derivados de los hidrocarburos*. Gobierno del Perú. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/176533/DS_45_2001_DM.pdf
- Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. (2018). *Protocolo interinstitucional para la preservación y procesamiento de la escena del crimen*. MINJUSDH.
- Ministerio de Salud (2001). *Dirección de Salud Ambiental – DIGESA. Manual de Análisis Microbiológico de Alimentos*.
- Ministerio de Salud (2008). *NTS N°071- MINSA/DIGESA-V.01: Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*.
- Ministerio de Salud del Perú (2011). *Listado de requisitos para recepción de muestras de aguas superficiales, agua de consumo, aguas residuales y aguas de mar*. <http://www.digesa.minsa.gob.pe/LAB/LISTADO%20REQUISITOS%20RECEPCION%20DE%20MUESTRAS%20AGUAS%20V02.pdf>
- Ministerio de Salud. (2022). *Norma Técnica N.º188-MINSA/DGIESP-2022, Norma Técnica de Salud para el uso del Odontograma*.
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Guía para el muestreo de suelos*. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELO.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2020). *Decreto Supremo N.º 007-2020-MINAM: Aprueban los Índices de Nocividad de Combustibles (INC) para el período 2020-2021*. Gobierno del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/1203793-007-2020-minam>



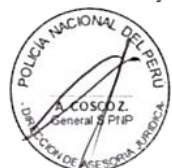


- Ministerio del Interior. (2025). *Decreto Supremo N.° 011-2025-IN, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N.° 1219, Decreto Legislativo de fortalecimiento de la función criminalística policial, modificado por el Decreto Legislativo N.° 1606*. Diario Oficial El Peruano.
- Ministerio Público del Perú. (2016). *Guía médico legal de valoración integral de lesiones corporales*. Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses "Dr. Leonidas Avendaño Ureta".
<https://hdl.handle.net/20.500.12702/98>
- Ministerio Público. (2021). *Guía Médico Legal: Evaluación física de la integridad sexual en presuntas víctimas de delitos contra la libertad sexual*. Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses.
- Miozzo, M. C. (2019). Genética forense. *Opera Lilloana 54: Biología Forense* (20 9), 160.
- Miranda Cabello E. (2011). *Teoría de Experticia Conclusiva*.
<https://elcrimenperfecto.files.wordpress.com/2013/06/teoria-experticia-conclusiva.pdf>
- Moffat A.C., Osseltun M.D., Widdop B., Jickells S., Negrusz A. (2013). Introduction to forensic toxicology. En A. Negrusz y G.A.A. Cooper (Ed.), *Clarke's Analytical Forensic Toxicology* (pp. 1-10). 2nd ed. London: Pharmaceutical Press.
- Montero, E. (2016). *Análisis de Fragmentos de Pintura Automotriz como Evidencia Forense*.
https://issuu.com/vie1/docs/ernesto_montero
- Montes Vergara, D. E., Salgado-Arroyo, L. C., & González T, M. (2024). *Evaluación por pares a Doble Ciego: Una evaluación exhaustiva de su impacto en la integridad de la investigación científica*. Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA, 16(1), e1154.
- Montiel Sosa, J. (2003). *Criminalística* (Tomo 1, 2.ª ed.). Limusa. ISBN 978-968-18-6546-7
- Montiel Sosa, J. (2010) *Criminalística 2*. México. Editorial Limusa
- Montoya, Y. (2016). El delito de trata de personas como delito complejo y sus dificultades en la jurisprudencia peruana. *Derecho PUCP*, 76, 393–419. <https://doi.org/10.18800/derechopucp.201601.016>
- Moral, J., López, F., Díaz, R., y Cienfuegos, Y. (2011). Diferencias de género en afrontamiento y violencia en la pareja. *Revista CES Psicología*, 4(2), 29–46.
<https://revistas.ces.edu.co/index.php/psicologia/article/view/1502>
- Morales, A., Reyes, B., Cisneros, D. y Tovar, R. (2022). Línea de implantación frontal del cabello en mujeres y hombres. *Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica*, 20(2).
<https://www.medigraphic.com/pdfs/cosmetica/dcm-2022/dcm222b.pdf>
- Morgan, L. (1877) *Ancient society or researches in the lines of human progress from savagery, through barbarism to civilization*. MacMillan and CO.
- Morillas Fernández, D. L., Patrón Hernández, R. M., y Aguilar Cárcelos, M. M. (2011). *Victimología: Un estudio sobre la víctima y los procesos de victimización*. Dykinson.
- MORPHO. (2016). *Curso de actualización en comparación facial*. Dirección de Criminalística, PNP.
- Moya, V. (1993). *Odontología legal y forense en el ordenamiento universitario español: Fuentes y reseña histórica, Odontología Legal y Forense*. (1a ed.). Masson.
- Mullis, K., y Erlich, H. Saiki, R., Gelfand, D., Stoffel, S., Scharf, S., Higuchi, R., y Horn, G. (1988). Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase. *Science*, 239(4839), 487–491.
<https://doi.org/10.1126/science.2448875>
- Mundo microscopio. (2025). *El microscopio estereoscópico*. Mundo microscopio:
<https://www.mundomicroscopio.com/microscopio-estereoscopico/>
- Münsterberg, H. (1908). *On the witness stand: Essays on psychology and crime* [En el estrado de los testigos: ensayos sobre psicología y crimen].
- Muñoz, J. (2013). La evaluación psicológica forense del daño psíquico: propuesta de un protocolo de actuación pericial. *Anuario de Psicología Jurídica*, 23(1), 61–69. <https://doi.org/10.5093/aj2013a10>
- Muñoz, J. (2019). *Antropología forense*. Editorial Síntesis.



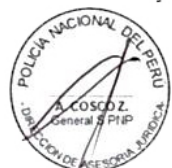


- Muñoz, J., y Echeburúa, E. (2016). Diferentes modalidades de violencia en la relación de pareja: Implicaciones para la evaluación psicológica forense en el contexto legal español. *Anuario de Psicología Jurídica*, 26, 2–12. <https://doi.org/10.1016/j.apj.2015.10.001>
- Myers, S., Williams, J., Hodges, J. (1999). *Effects of extreme heat on teeth with implications for histologic processing*. *Journal of Forensic Dental Sciences*.44,805–9.
- National Center for Biotechnology Information (2025). PubChem Compound Summary for CID 656832, Cocaine Hydrochloride. Retrieved May 31, 2025 from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Cocaine-muriate>
- National Fire Protection Association (2021), *Guía para la investigación de incendios y explosiones*. NFPA 921. Madrid
- National Institute on Deafness and Other Communication Disorders. (2025). *Producción de la voz y el habla*. <https://www.nidcd.nih.gov/es/news/multimedia/how-does-human-body-produce-voice-and-speech-text-version>
- National Institute on Drug Abuse (NIDA). (2020). *Hallucinogens and Dissociative Drugs*. <https://www.drugabuse.gov/publications/research-reports/hallucinogens-dissociative-drugs>
- National Institute on Drug Abuse. (2023). *GHB (Gamma-hydroxybutyrate) DrugFacts*. <https://www.drugabuse.gov/publications/drugfacts/ghb-gamma-hydroxybutyrate>
- National Institute on Drug Abuse. (2024). *MDMA (Ecstasy/Molly) DrugFacts*. <https://www.drugabuse.gov/publications/drugfacts/mdma-ecstasy-molly>
- Navarro, C. y Villanueva, J. (2011). Proporciones del equilibrio facial. *Quintessence Técnica*, 22, 1–15. <https://www.elsevier.es/es-revista-quintessence-tecnica-33-articulo-proporciones-del-equilibrio-facial-el-X1130533911914664>
- Negre, M., (2004). *Nuevas aportaciones al procesado de huellas labiales*. Los lisocromos en queiloscopia. [Título de tesis para optar por el grado de Doctor, Universidad de Valencia]
- Newbery SG, Cooke SW y Martineau HM. *Una perspectiva sobre la patología y la medicina forense veterinaria en el Reino Unido*. *Vet Pathol* 2016;53: 894–897.
- Nicho, C. (2023). *Suplantación de identidad vehicular y clonación de vehículos en el delito de falsedad genérica*. file:///C:/Users/NICHO/Downloads/Nicho_RCE-SD%20(2).pdf.
- Nicodemo, R., Moraes, L., Médiçi, E. (1974). Tabla cronológica de mineralización de dientes permanentes entre brasileños. *Revista de la Facultad de Odontología de São José dos Campos*, 3(1), 55-6.
- Nielsen, S. (2017). *Análisis químico de los alimentos: Métodos de laboratorio*. 5ta ed. Editorial Acribia.
- Norma Internacional ISO 9001. (15 de 09 de 2015). *Ginebra, Suiza*.
- Norton, K., y Olds, T. (Eds.). (1996). *Anthropometrica: A textbook of body measurement for sports and health courses*. UNSW Press.
- Norza, E., Vargas, N., Martínez, K., Rivera, L., y Guzmán, G. (2016). Perfilación criminológica: estado del arte en una muestra de instituciones académicas en Colombia. *Psicología desde el Caribe*, 33(2), 206–222. <https://doi.org/10.14482/psdc.33.2.7257>
- Nott, J. y Gliddon, G. (1854) *Types of Mankind*. Lippincott, Grambo y CO.
- Novo, M., y Seijo, D. (2010). Judicial judgement-making and legal criteria of testimonial credibility. *The European Journal of Psychology Applied to Legal Context*, 2(2), 91–115.
- Nowak, A., Christensen, J., Mabry, T., Townsend, J., Wells, M. (2019). *Pediatric Dentistry*, (6a ed.). Elsevier Health Sciences.
- Núñez, J., y Huici, T. (2005). El uso de la autopsia psicológica forense en el proceso penal. *Identidad Jurídica*, 1(1), 235–242.
- Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. (2022). *Guía técnica sobre peritaje contable forense en delitos de corrupción*. UNODC. <https://www.unodc.org>



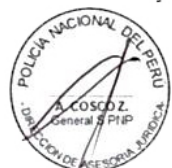


- Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito. Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas (DEVIDA). (2013). *Pasta Básica de Cocaína Cuatro décadas de historia, actualidad y desafíos*. Lima: Forma e Imagen.
- Oficina de las Naciones Unidas Contra las drogas y el Delito. (2012). *Métodos recomendados para la identificación y el análisis de cocaína en materiales incautados*, Viena.
- Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. (2016). *Protocolo de Minnesota sobre la investigación de muertes potencialmente ilícitas: Manual revisado de las Naciones Unidas sobre la prevención e investigación eficaces de las ejecuciones extralegales, arbitrarias o sumarias*. <https://www.ohchr.org/es/publications/reference-publications/minnesota-protocol-investigation-potentially-unlawful-death>
- Olsson, J. (2008). *Forensic Linguistics: An Introduction to Language, Crime and the Law*. Continuum.
- Omero, B. (2002). *Aborto clandestino en el Perú*. Biblioteca Virtual en Salud del Ministerio de Salud.
- OMS. (2021). *Strengthening the health system response to violence against women*.
- Orfao, A., y Morent, M. (2011). *PNT Extracción de ácidos nucleicos*. Madrid: Red Nacional de Biobancos.
- Organización Mundial de la Salud, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Comisión del Codex Alimentarius. (2016). *Manual de Procedimiento*. 25.a ed. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias: Roma. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i5995s>
- Organización Mundial de la Salud, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Comisión del Codex Alimentarius. (2018). *Programa Conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias*. Documento de debate sobre la integridad y la autenticidad de los alimentos. 24.a reunión. Brisbane, Australia.
- Organización Mundial de la Salud. (2021). *Violence against women – Fact sheet*.
- Organización Mundial de la Salud. (8 de diciembre de 2025). *Aborto*. [Nota descriptiva]. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/abortion> [1]
- Ortiz, M., Sánchez, L., y Cardenal, V. (2002). Perfil psicológico de delincuentes sexuales. Un estudio clínico con el MCMI-II de Th. Millon. *Revista de Psiquiatría*, 29(3), 144–153.
- Pacheco D., J., Palomino, F. y De La Cruz, N. (2005). Lesiones del himen en la determinación médico legal de la integridad sexual. *Anales de la Facultad de Medicina*, 66(4), 274-281.
- Pagan Albino, Walter Manuel. *Sistema Web para el Proceso de Peritajes de Identificación Vehicular en la DEPROVE* PNP Piura. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/89029/Pagan_AWM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pareja. (2006). *Preparación para la higiene bucal* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
- Patarroyo, D., y Avellaneda, C. (2017). *La auditoría forense como mecanismo para la disminución del fraude y la corrupción en las empresas*. Vía Libre. <https://repository.unilivre.edu.co/handle/10901/14467>
- Patidar, K., Parwani, R., Wanjari, S. (2010). *Effects of high temperature on different restorations in forensic identification: Dental samples and mandible*. Journal of Forensic Dental Sciences. 2(1), 37-43.
- Pellegrino, J. A., y Crespillo-Márquez, M. (2021). *El genoma humano y el desarrollo de la genética forense*. Rev. Asoc. Méd. Argent, 21-25.
- Pereda, N., y Arch, M. (2012). Exploración psicológica forense del abuso sexual en la infancia: Una revisión de procedimientos e instrumentos. *Papeles del Psicólogo*, 33(1), 36–47.
- Perez, R. (2024). *Fundamentos teóricos de la informática forense y la investigación digital*. Creative. https://doi.org/10.46661/rio.20240909_1
- Pericia. (2019). *La pericia caligráfica*. <https://periciacaligrafica.org/acustica-forense/>
- Perite. (2014). *Acústica forense: Pruebas que el perito puede obtener de una grabación*. <https://perite.pro/perito-autenticacion-audios-acustica-forense>



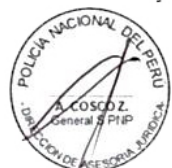


- Perkin Elmer (2014). *Absorción atómica, análisis instrumental QI-313*. [Diapositiva de PowerPoint]. SlidePlayer. Análisis Instrumental QI ppt video online descargar
- Petersen, P., Bourgeois, D., Ogawa, H., Estupinan-Day, S., y Ndiaye, C. (2005). The global burden of oral diseases and risks to oral health. *Bulletin of the world health organization*, 83, 661-669.
- Pickering, R. y Bachman, D. (2009) *The use of forensic anthropology*. CRC Press.
- Pinatel, J. (1984). *Tratado de criminología*. Ediciones de la Biblioteca, Universidad Central de Venezuela.
- Pinto, D. (17 de octubre de 2014). *Metodología de análisis forense orientada a incidentes en dispositivos*. [http://C:/Users/arnal/Downloads/edison-timbe-721-2231-1-ce%20\(2\).pdf](http://C:/Users/arnal/Downloads/edison-timbe-721-2231-1-ce%20(2).pdf)
- Pitt, A. (1898). *Excavations in Cranborne Chase, near Rushmore, on the borders of Dorset and Wiltshire* (Vol. IV). Published by the author at Taunton Castle, Somerset.
- Pla, A., Hernández, A. (2019). Investigación toxicológica. En E. Villanueva (Ed.), *Gisbert Calabuig*. Medicina legal y Toxicología (pp. 879-904). 7.a ed. Barcelona: Elsevier España, S.L.U.
- Poklis, A. (2012). *Toxicología Analítica e Forense*. Em C.D. Klaassen y JB Watkins (Ed.), *Fundamentos em Toxicologia de Casarett e Doull* (pp. 411-416). São Paulo: McGraw-Hill. AMGH Editora Ltda.
- Policia de Río Negro. (2022, 17 de mayo). *Así trabaja la Sección Canes en Odorología Forense* [Video]. YouTube.
- Policia Nacional del Perú (2015). *Manual de Criminalística*.
- Policia Nacional del Perú. (2005). *Manual de criminalística* (pp. 589-596). Dirección de Criminalística. <http://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/17445.pdf>
- Policia Nacional del Perú. (2006). *Resolución Directoral N.º 1902-2006-DIRGEN/EMG, que aprueba la creación de la Sección de Ginecología y Obstetricia dependiente del Departamento de Medicina Forense de la División de Laboratorio de la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú (DIRCRI-PNP)*. Dirección General de la Policía Nacional del Perú.
- Policia Nacional del Perú. (2013). *Manual de procedimientos periciales de criminalística (RD N.º 247-2013-DIRGEN/EMG)*. Dirección de Criminalística. <https://img.lpderecho.pe/wp-content/uploads/2022/02/Manual-Procedimientos-Periciales-Criminalistica-2012-LPDerecho.pdf>
- PNP (2021) Resolución de la Comandancia General N°044-2021.CG.PNP/EMG de fecha 09MAR2021, "Manual de normas y procedimientos para las intervenciones de prevención e investigación de accidentes de tránsito".
- Powers, R.H., Dean, D.E. (2016). *Forensic Toxicology Mechanisms Pathology*. New York: CRC Press Taylor y Francis Group, LLC.
- Prakash, A., Reddy, S., Rao, M., Ramanand, O. (2014). *Scorching effects of heat on extracted teeth - A forensic view*. *Journal of Forensic Dental Sciences*.6(3),186-90.
- Prasanna, S., Makesh, L., Sai P., Jai, V., Srikant, N. (2021). Evaluation of Incisor Index as a Forensic Tool in Gendural Dimorphism – A Study in South Indian Population. *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 15(4), 2319-23.
- Presidencia de la República. (1992). *Decreto Ley N.º 25993, Ley Orgánica del Sector Justicia*. Diario Oficial El Peruano. <https://www.gob.pe/institucion/presidencia/normas-legales/664972-25993>
- Priyadharsini, R., y Sabarinath, T. (2013). Barr bodies in sex determination. *Journal of Forensic Dental Science*. 5(1), 64-7.
- Puell, M. (2020). *Resolución espacial*. <https://docta.ucm.es/entities/publication/ea1d3eff-3a0b-4ffa-8811-5e3e07004a2e>
- Quadri N. (s. f.). *Reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina*. Instalaciones eléctricas en los edificios.
- Quinto, M. y Gómez, J. (2022) *Avances en Antropología Forense*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Quiroz, J., Morais, J. y García L. (2014). *Mordeduras humanas: Análisis pericial y aplicación forense*. Fondo Editorial de la Universidad de San Martín de Porres.
- Quispe, D. y Argani, O. (2014). Fundamentos de bromatología. *Rev. Act. Clin. Med* 41(1). 2128-2132. ISSN 2304-3768.





- Rada, K. (2022). *Herramientas de Análisis Forense Digital Orientadas a Infraestructuras TI como Medio de Investigación en Delitos Informáticos*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, Barrancabermeja. [//repository.unad.edu.co/handle/10596/48990](https://repository.unad.edu.co/handle/10596/48990)
- Raffino M. (2020). *Química Analítica Conceptos*, obtenido <https://concepto.de/quimica-analitica/>
- Ramírez, A. (2004). *Desarrollo, Validación de un Método Analítico para la Determinación de Residuos Metálicos de Disparo de Arma de Fuego mediante ICP-OES y su Aplicación en la Química Forense*, Universidad Autónoma de Nueva León. Tesis México.
- Ramírez, F (s. f.). *El Muestreo del Agua, Toma y Conservación de Muestras*.
- Ramos, B., Guimarães, A., Santos, M., Dorneles, A., Fonseca, L., Gontijo, M., y Calcagno, A. (2021). Mola hidatiforme: manifestações clínicas e critérios diagnósticos por imagem. *Brazilian Journal of Health Review*, 4(1), 3607-3616.
- Ramos, J. (2016). "Administración y capacitación de los ingenieros en las técnicas de la investigación forense, en el departamento de ingeniería forense de la dirección de criminalística de la Policía Nacional del Perú". Universidad Autónoma de Ica
- Ramsland, K. (2018). *The psychology of death investigations: Behavioral analysis for psychological autopsy and criminal profiling*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315186597>
- Rao, N., Rao, NN, Pai, M., Kotian, M. (1989). Índice canino mandibular: una pista para establecer la identidad sexual. *Forensic Science International*. 42(3), 249-54.
- Real Academia Española. (s. f.). Investigar. En *Diccionario de la lengua española* (23.a ed., versión 23.8.1 en línea). <https://dle.rae.es/investigar>
- Recoverit. (2025). *Wondershare*. https://recoverit.wondershare.es/windows-computer-tips/malware-definition.html?gad_source=1&gad_campaignid=11117251901&gbraid=0AAAAAC-WXCC9mkey0vcq7yxGTYcOmi34N&gclid=Cj0KCQjwnovFBhDnARIsAO4V7mA9j2JXU6IH1Olq8zvIWeWIGbf8r9R2d5rkVfBYPd5S84j70ohgglMaApRDEALw
- Red europea de institutos y ciencias forenses. (01 de 12 de 2022). *ENFSI*: https://enfsi.eu/wp-content/uploads/2022/12/5.-FSA-BPM-003_BPM-for-the-Methodology-1.pdf
- Redondo, S. (2017). *Evaluación y tratamiento de delinquentes: Jóvenes y adultos*. Ediciones Pirámide.
- Redondo, S., Martínez-Catena, A., y Luque, E. (2014). Eficacia terapéutica del programa de control de la agresión sexual (PCAS) aplicado en los centros penitenciarios españoles. En *VIII Jornadas de ATIP Almagro* (pp. 63–80).
- Redondo, S., y Mangot, Á. (2017). Génesis delictiva y tratamiento de los agresores sexuales: Una revisión científica. *e-Eguzkilore*, 2, 1–33. <https://doi.org/10.1387/eguzkilore.18132>
- Repsol (2025), *¿Cómo es el proceso de refino?*, <https://www.repsol.com/es/conocenos/que-hacemos/refino/index.cshtml>
- Rios, C. (2024). *Peritaje de audio en acústica forense*. <https://carlosrioszuniga.com/peritaje-de-audio-en-acustica-forense/>
- Riú, J. y Talavera, G. (1998) *Lesiones*. Aspecto Médico-Legal. Editorial Librería Akadia y Lema Editora S.R.L.
- Robert D. (1984). Performance of psychopaths on cognitive tasks related to frontal lobe function. *Journal of Abnormal Psychology*, 93(2), 133–140. <https://doi.org/10.1037/0021-843X.93.2.133>
- Rodas, F. (2014), *La ingeniería forense, su estudio, aplicación e importancia en el proceso de investigación en Guatemala*, Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/04/04_12099.pdf
- Rodríguez, B., Sánchez, A., Ricalde, L., González, P., y Pinzón-Te, A. (s. f.). El ámbito de la responsabilidad profesional en odontología. *Revista Tamé*, 5(14), 503–506.
- Rodríguez, J. (2004). *La antropología forense en la identificación humana*. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/3008>
- Rodríguez Monserrat, M., & Ríos Corbacho, J. M. (2020). *La odorología forense como indicio de prueba en el proceso penal*. Nuevo Foro Penal, 16(95), 67-91.





- Rodríguez, S., y Gómez, L. (2015). Medidas dentales y su relación con características antropométricas en población colombiana. *Revista Colombiana de Antropología*, 8(3), 123-130.
- Roewer, L., Krawczak, M., Willuweit, S., Nagy, M., Alves, C., Amorim, A., et al. (2001). Online reference database of European Y-chromosomal short tandem repeat (STR) haplotypes. *Forensic Science International*, 118(2-3), 106-113.
- Romero, N. (2024). *Grafología como herramienta científica para el análisis psicológico y la evaluación de la personalidad*. Revista de Psicología de la Universidad Autónoma del Estado de México.
- Romolo, F., y Jones, G. (2010). *Forensic Toxicology: Principles and Concepts*. Wiley-Blackwell.
- Rondón, D (2013). *Medicina Legal y Criminalística Objetos contundentes y heridas causadas por tijeras*
- Rosewarne, G. (2013). *El Modus Operandi y Las Trazas de Efracción de los Robos en Viviendas*. Artículo.
- Rosillo, M. (2013). *Odorología Forense*.
- Ruiz, A. (2024). *SCRIB*. <https://es.scribd.com/document/738183834/8-Tema-8-Fundamentos-de-acustica-forense>
- Ruiz, A., García, T., Padrós, F., y Sahagún, M. (2017). Perfil del sicario en México. *Uaricha, Revista de Psicología*, 14(34), 47-57.
- Saccani, R. (2012). *Tratado de auditoría forense: La investigación y prueba de los delitos de cuello blanco* (Tomo II). La Ley; KPMG. <https://www.worldcat.org/isbn/9789870323990>
- Saferstein, R. (2014). *Criminalistics: An introduction to forensic science* (11th ed.). Pearson.
- Salazar, B., Campos, G., y Sandi, G. (2019). Examen físico en abuso sexual infantil en Europa, Estados Unidos y Latinoamérica. *Revista Clínica de la Escuela de Medicina de la Universidad de Costa Rica*, 9(2), 49-55.
- Salvationdata. (2025). *¿Cómo los expertos forenses en video revelaron pruebas ocultas?* <https://www.salvationdata.com/knowledge/video-forensic-expert/>
- Samperio, R. (2017). *Victimología: Apuntes desde la práctica*. Flores Editor y Distribuidor.
- Sánchez, J., y Perea, B. (2017). *ASFIXIAS*. <https://www.ucm.es/data/cont/docs/107-2017-12-06-Tema%204.%20Estudio%20m%C3%A9dico-forense%20de%20las%20asfixias.pdf>
- Sánchez, X., y Torregrosa, M. (2005). El papel de los factores psicológicos en la escalada deportiva: Un análisis cualitativo. *Revista de Psicología del Deporte*, 14(2), 177-194.
- Sánchez, A. y Vásquez, J. (2016), *Comparación de reactivo Fry en el revenido químico de metales para la identificación vehicular*, revista
- Sánchez, W. (2021). *El delito de falsedad genérica en la modalidad de suplantación de identidad vehicular- "clonación" y su afectación al Derecho a la Propiedad y Seguridad Jurídica*, Lima 2019-2020. <http://repositorio.ulasamericas.edu.pe/handle/upa/1192>.
- Sanchis, E. (01 de octubre de 2018). *¿Qué es el análisis forense digital?* <https://peritos-informaticos.com/que-es-analisis-forense-digital>
- Santa Cruz Terán, F. F., Obando Peralta, E. C., Reyes Pastor, G. E., y Rodríguez-Balcázar, S. C. (2022). Investigación cualitativa: una mirada a su validación desde la perspectiva de los métodos de triangulación. *Revista de Filosofía*, 39(101), 59-72. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6663103>
- Santa Cruz, A. (1826). *Decreto N.º 110, que crea la Casa de la Maternidad y Escuela de Partos* [Decreto presidencial]. Presidencia de la República del Perú.
- Santos I, Rubio L y Martin F. (2015). *Estudio Médico Legal de la Muerte por Electrocución*. Revista de Ciencias Forenses de Honduras Vol 1 N° 1
- Šarčević, S. (1997). *New Approach to Legal Translation*. Kluwer Law International.
- Savage (2004). *Análisis y Caracterización de Polímeros por Degradación Térmica empleando la Técnica de Cromatografía de Gases*. Tesis Centro de investigación en Química Aplicada Saltillo, Coahuila
- Savitsky, A. A. (2021). *Problemas actuales de la nominación y elaboración de exámenes de evaluación forense*. *Vestnik Altaiskoi Akademii Ekonomiki i Prava*, 5, 288-294.
- Scheid, R., Weiss, G. (2017). *Woelfel Anatomía Dental*. (8a ed.). Jones y Bartlett.
- Schmitt, A. (2006). *Forensic anthropology and medicine: Complementary sciences from recovery to cause of death*. Humana Press.





- Schour, L., Massler, M. (1941). The development of the human dentition. *Journal of the American Dental Association*, 28,1153–1160.
- Shuy, R. W. (2006). *Linguistics in the Courtroom: A Practical Guide*. Oxford University Press.
- Scientific Working Group on Digital Evidence. (2022). *SWGDE best practices for forensic audio* (Version 2.5). https://www.swgde.org/wp-content/uploads/2023/11/2022-06-09-SWGDE-Best-Practices-for-Forensic-Audio_v2.5.pdf
- Scott, G. (1977). Classification, sex dimorphism, Association, and Population Variation of the Canine Distal Accessory Ridge. *Human Biology*, 49(3),453-469.
- Sedano, L., Sedano, M. y Sedano, M. (2014). Reseña histórica e hitos de la obstetricia. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 25(6), 866-873.
- Seligman, M. (1975). *Helplessness*.
- Serrano, C. (2000). *Antropología física forense: Concepto, origen y métodos*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Schettino, D. M. (2007). *Metodología de Trabajo del perito Forense Veterinario*. Revista Electrónica Veterinaria.
- Shurman, G., y Slosson, J. (1992). *Forensic Engineering – Environmental case histories for civil and geologists*. Academic press, Inc, London.
- Sibilla, G., Schapachnik, F., y Escobar, M. S. (2024). *GENis: Open Source Forensic Genetics Software for Judicial Cooperation*. Communications of the ACM, p. 67(8), 68-69.
- Singleton, T., y Singleton, A. (2010). *Fraud auditing and forensic accounting* (4th ed.). John Wiley y Sons. <https://www.wiley.com/en->
[ie/Fraud%2BAuditing%2Band%2BForensic%2BAccounting%2C%2B4th%2BEdition-p-9780470877913](https://www.wiley.com/en-)
- Skoog, W. (2015). *Fundamentos de Química analítica, (novena edición)*. México D.F. Cengage Learning Editores S.A.
- Smith, J., Johnson, L. (2022). Análisis dental en odontología forense: Métodos y aplicaciones. *Revista Internacional de Odontología Forense*, 15(3), 123-135.
- Smith, M., Vorce, S., Holler, J., Shimomura, E., Magluilo, J., Jacobs, A., y Huestis, M. (2007). Modern instrumental methods in forensic toxicology. *Journal of Analytical Toxicology*, 31(5), 237–253, 8A–9A. <https://doi.org/10.1093/jat/31.5.237>
- Soria, M., y Sáiz, D. (Coords.). (2006). *Psicología criminal*. Pearson Educación.
- Soria, M. A., y Hernández, J. (1994). *El agresor sexual y la víctima*. Marcombo.
- Sosa-Marrero, K. K., & Soriano-Ayala, E. (2018). *Odorología Forense: Perspectivas Químicas en un Ámbito Canino*. Revista de la Facultad de Ciencia, 6(1), 10-15.
- Soto, S. (2024). Nuevos Métodos de Identificación Odontológica Forense. *Revista Criminología y Ciencias Forenses. Ciencia, Justicia y Sociedad*, 3(5), 23-33.
- Spink, J., y Moyer, D. C. (2011). Defining the Public Health Threat of Food Fraud. *Journal of Food Science*, 76(9), R157–R163. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02417.x>
- Sridhar, A. (s. f.). *Spontaneous abortion*. MSD Manual Professional Edition. <https://www.msmanuals.com/professional/gynecology-and-obstetrics/early-pregnancy-disorders/spontaneous-abortion>
- Ssystem Asefin. (2024). *La importancia de la certificación de audios y acustica forense en las sedes judiciales*. <https://www.system-asefin.com/perito-informatico/acustica-forense/>
- Stashenko, E., René Martínez, J. (2014). *Gas Chromatography-Mass Spectrometry*. En: Guo X. *Advances in Gas Chromatography*. Graz: AvE4EvA. p. 1-38
- Suescún Vargas, J. M., Pérez Suárez, R. A., Rueda Díaz, A., y Rodríguez Ibarra, E. A. (2009). Historia de la medicina legal. *Médicas UIS*, 22(1).
- Suri, L., Gagari, E., Vastardis, H. (2004). Retraso en la erupción dental: patogénesis, diagnóstico y tratamiento. Revisión bibliográfica. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 126 (4),432-45.





- Tafur. (2025). La inocuidad de los alimentos y el comercio internacional. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 22(3), 330-338. http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902009000300009
- Takajashi, F.; Susano, M., García F. y Cárdenas, J. (2019) *Medicina Forense*. El Manual Moderno S. A.
- Tataurov, A. V., You, Y., y Owczarzy, R. (2008). Predicting ultraviolet spectrum of single stranded and double stranded deoxyribonucleic acids. *Biophysical Chemistry*, 133(1-3), 66-70. <https://doi.org/10.1016/j.bpc.2007.12.004>
- Téllez, N. (1999). *Medicina forense: Manual integrado* (1.ª ed.). Universidad Nacional de Colombia.
- Tello, J. (1960) *Chavín cultu ra matriz de la civilización andina*. Imprenta de la Universidad de San Marcos.
- Teske, J. y Albrecht, U. (2014). GC in Forensic Toxicology. En K. Dettmer-Wilde y W. Engewald (Ed.), *Practical Gas Chromatography* (pp. 767-82). Berlin: Springer.
- Tharshini, N., Ibrahim, F., Kamaluddin, M., Rathakrishnan, B., y Nasir, M. (2021). The link between individual personality traits and criminality: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(16), Article 8663. <https://doi.org/10.3390/ijerph18168663>
- Théorêt, V., Hébert, M., Fernet, M., y Blais, M. (2021). *Teen dating violence patterns*.
- Thompson, T. y Black, S. (2007) *Forensic human identification*. CRC Press.
- Trejo, M., Viveros, A., y González, S. (2018). Historia y estructura del ADN. *tepxi Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río*, 5(10).
- Trujillo Mariel, P. R. L., y Trujillo Nieto, G. A. (2015). *Medicina forense*. Editorial Alfíl.
- Turell, M. T. (2005). *Lingüística Forense: Una Introducción a la Identificación del Hablante*. Institut Universitari de Lingüística Aplicada – Universitat Pompeu Fabra.
- Turner, V. (1991) *The ritual process*. Cornell Paperbacks - Cornell University Press.
- Turvey, B. E. (2002). *Criminal profiling: An introduction to behavioral evidence analysis* (2nd ed.). Academic Press.
- Tuya, G., y Florentini, M. (2022). Personalidad en reclusos sentenciados por delitos de violación sexual contra niños, niñas y adolescentes. *Desafíos*, 13(2), e373. <https://doi.org/10.37711/desafios.2022.13.2.373>
- Tylor, E. (1920) *Primitive culture: Researches into the development of mythology, philosophy, religion, art, and custom*. John Murray - Albemarle Street.
- Ubelaker, D. (1999). *Human skeletal remains: excavation, analysis, interpretation*. (3a ed.) Chicago.
- Undeutsch, U. (1967). Beurteilung der glaubhaftigkeit von aussagen. En F. A. Metzger (Ed.), *Handbuch der psychologie: Vol. 11. forensische psychologie* (pp. 26-181). Hogrefe.
- Unidad de Inteligencia Financiera Perú. (2023). *Informe de tipologías de lavado de activos*. UIF-Perú. <https://www.sbs.gob.pe>
- United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). (2018). *Kits para el análisis de drogas y precursores sobre el terreno*. <https://syntheticdrugs.unodc.org/syntheticdrugs/es/library/forensics.html>
- United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). (2022). *Recommended Methods for the Identification and Analysis of Cannabis and Cannabis Products*. Manual for use by National Drug Analysis Laboratories. Vienna. <https://www.unodc.org/unodc/en/scientists/recommended-methods-for-the-identification-and-analysis-of-cannabis-and-cannabis-products.html>
- United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). (2024). *World Drug Report*. https://www.unodc.org/documents/data-and-analysis/WDR_2024/languages/2412493S.pdf
- Van Asten, A. (2023). *Chemical Analysis for Forensic Evidence*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820715-4.00001-8>
- Van Uytanghe, K., De Boosere, E., y Stove, C. P. (2022). Monitoring the use of alcohol: A critical overview of the state-of-the-art biomarkers. *WIREs Forensic Science*, 4(5), Article e1457. <https://doi.org/10.1002/wfs2.1457>
- Vander Voort, G. F. (2007). *Metallography: Principles and practice*. ASM International.
- Vanegas Y, Zamira S. *Entomología forense: Los insectos en la escena del crimen*. Revista Luna Azul 2006, (23): 42-49.





- Vargas, E. (1999). *Medicina legal* (2.^a ed.). Editorial Trillas.
- Vargas, E. (2017). *Medicina Forense y Deontología Médica*. Trillas.
- Vargas, H. (2000). Anatomía y fisiología de las fosas nasales y anexos. En *Rinología* (pp. 1–2). https://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Libros/Medicina/cirugia/Tomo_V/archivos%20PDF/7Rinologia.pdf
- Vázquez, B. (2005). *Manual de psicología forense*. Síntesis.
- Vázquez, L., Ferrer, V., Ferreiro, V., Delgado, C., y Sánchez, A. (2023). Bystander behavior in violence against women in Spain. *Women's Studies International Forum*, 100, 102803. <https://doi.org/10.1016/j.wsif.2023.102803>
- Velandia, A., y López, W. (2008). Investigación cualitativa y psicología del consumidor: Alternativas de aplicación. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 26(2), 290–303.
- Velasco, Y., Felipe, E. y Barrón, R. (2018). Reconocimiento de rostros mediante estructuras faciales antropométricas. *Research in Computing Science*, 147(12). https://rcs.cic.ipn.mx/2018_147_12/Reconocimiento%20de%20rostros%20mediante%20estructuras%20faciales%20antropometricas.pdf
- Velasquez, R., y Davalos, F. (2021). *Informática Forense y su influencia en la calidad de servicio en el centro de cómputo de la Universidad Tecnológica de los Andes*. Tesis de título profesional, Universidad Tecnológica de los Andes, Apurímac, Abancay. [//repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/288/1/Inform%C3%A1tica%20forense%20y%20su%20influencia%20en%20la%20calidad%20de%20servicio%20en%20el%20centro%20de%20c%C3%B3mputo%20de%20la%20Universidad%20Tecnol%C3%B3gica%20de%20los%20Andes.PDF](https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/288/1/Inform%C3%A1tica%20forense%20y%20su%20influencia%20en%20la%20calidad%20de%20servicio%20en%20el%20centro%20de%20c%C3%B3mputo%20de%20la%20Universidad%20Tecnol%C3%B3gica%20de%20los%20Andes.PDF)
- Videoimagenforense. (2025). *Video imagen forense*. <https://www.videoimagenforense.com/video-analisis>
- Vij, K. (2011). *Textbook of Forensic Medicine and Toxicology Principles and Practice*. 5th. ed. New Delhi: Elsevier.
- Villanueva, E. (2019). *Gisbert Calabuig Medicina Legal y Toxicología*. 7a ed. Editorial Elsevier: Barcelona.
- Villanueva, E. (Ed.). (2018). *Gisbert Calabuig: Medicina legal y toxicológica* (7.^a ed.). Elsevier España.
- Villanueva, M. (2003). Forma y fenotipo facial. *Estudios de Antropología Biológica*, 11, 599–616. <https://www.revistas.unam.mx/index.php/eab/article/view/43200/39214>
- Voyer, C. (2018). Role of Instrumental Analysis in Forensic Toxicology. *Journal of Analytical Toxicology*, 42(4), 269–278.
- Walker, L. (1979). *The battered woman*. Harper y Row.
- Ward, G., Simpson, A., Boscato, L., Hickman, P.E. (2017). *The investigation of interferences in immunoassay*. Clin Biochem; 50: 1306–11.
- Watson, J., y Crick, F. (1953). A structure for deoxyribose nucleic acid. *Nature*, 171, 737–738.
- Watson, K. (2020). Poisoning crimes and forensic toxicology since the 18th century. *Academic Forensic Pathology*, 10(1), 35–46. <https://doi.org/10.1177/1925362120937923>
- Wei, W., Schon, K., Elgar, G., Orioli, A., Tanguy, M., Giess, A., Tischkowitz, M., Caulfield, M., y Chinnery, P. (2022). Nuclear-embedded mitochondrial DNA sequences in 66,083 human genomes. *Nature*, 611, 105–114. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05288-7>
- Werlang, B., y Botega, N. (2003). A semi-structured interview for psychological autopsy in suicide cases. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 25(4), 212–219. <https://doi.org/10.1590/S1516-44462003000400006>
- Wheeler, M. (1954) *Archaeology from the Earth*. Munshirm Manoharlal Pub Pvt Ltd.
- White, T. y Folkens, P. (2005) *The human bone manual*. Elsevier.
- Wikipedians. (2016). *Seguridad Informática y Análisis Forense Digital*. https://www.researchgate.net/profile/Reiner-Creutzburg/publication/303974058_Seguridad_Informatica_y_Analisis_Forense_Digital/links/57611dda08ae244d037219e2/Seguridad-Informatica-y-Analisis-Forense-Digital.pdf
- Wiley, G. y Sabloff, J. (1993) *A History of American Archaeology*. W H Freeman y Co (Sd).
- Wilschefska, S. C., y Baxter, M. R. (2019). Inductively coupled plasma mass spectrometry: Introduction to analytical aspects. *The Clinical Biochemist Reviews*, 40(3), 115–133. <https://doi.org/10.33176/AACB-19-00024>





- Winslow, T. (2015). *Estructura del ADN*. NIH INSTITUTO NACIONAL DEL CÁNCER, 55-70.
- Wired. (2002). *Video forensics: From grainy to guilty*. <https://www.wired.com/2002/01/video-forensics-grainy-to-guilty/>
- Wolff, M. G. (2004). *Entomofauna cadavérica*.
- Wondershare. (2025). *¿Qué es el bitrate de video?* <https://filmora.wondershare.es/video-editing-tips/what-is-video-bitrate.html>
- Wright, J. (2000). Normal formation and development defects of the human dentition. *Pediatric Clinics of North America*, 47(5), 975–1000.
- Yang, L. M., Li, C., & Ornitz, D. M. (2022). *FGF signaling directs the reciprocal induction of the olfactory epithelium and the turbinates*. *Development*, 149(12), dev200388.
- Yokouchi, M., Atsugi, T., van Logtestijn, M., Tanaka, R. J., Kajimura, M., Suematsu, M., Furuse, M., Amagai, M., & Kubo, A. (2016). *Epidermal cell turnover across tight junctions based on Kelvin's tetrakaidecahedron cell shape*. *eLife*, 5, e19593.
- Yovera, J. (2019). *Mejora de la gestión del Certificado de Identificación Vehicular, para enfrentar el delito de estafa en la compraventa de vehículos de segundo uso*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://www.proquest.com/openview/c9240aacfc21d3b61261b7e119091fb4/1?pq-origsite=gscholar&cbl=51922&diss=y>

