

Maestría en

CRIMINALÍSTICA

**Trabajo de investigación previo a la obtención del título de
Magíster en Criminalística**

AUTORES:

Arteaga Laaz Maribel del Carmen

Domínguez Cruz Cristhian Eduardo

Del Rosario Almeida Lisbeth Andrea

Ortíz Ochoa Miguel Ángel

Ron Lascano Diego Josué

TUTORES:

Sergio A. Fernández Moreno

Javier Gavilán

Elisa Ruiz-Tagle Fernández

Título del Trabajo de Titulación:

**Metodología PBL Aplicada a: Medicina Legal y Análisis Estadístico;
Balística y; Audio y Video Forense**

Quito, abril 2025



AUTORIZACIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Nosotros, **Arteaga Laaz Maribel del Carmen, Domínguez Cruz Cristhian Eduardo, Del Rosario Almeida Lisbeth Andrea, Ortíz Ochoa Miguel Ángel y, Ron Lascano Diego Josué**, en calidad de autores del trabajo de investigación titulado *Metodología PBL Aplicada a: Medicina Legal y Análisis Estadístico, Balística y, Audio y Video Forense*, autorizamos a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) para hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autores nos corresponden, lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento en Ecuador.

D. M. Quito, abril 2025

MARIBEL DEL
CARMEN
ARTEAGA LAAZ

Digitally signed by MARIBEL
DEL CARMEN ARTEAGA LAAZ
Date: 2025.05.09 11:02:33
-05'00'

Firma del graduando
Arteaga Laaz Maribel del Carmen

Firma del graduando
Domínguez Cruz Cristhian Eduardo



Firmado electrónicamente por:
LISBETH ANDREA DEL
ROSARIO ALMEIDA

Validar Únicamente con FirmaEC

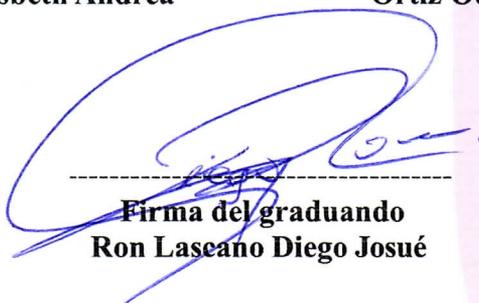
Firma del graduando
Del Rosario Almeida Lisbeth Andrea



Firmado electrónicamente por:
MIGUEL ANGEL ORTIZ
OCHOA

Validar Únicamente con FirmaEC

Firma del graduando
Ortíz Ochoa Miguel Ángel


Firma del graduando
Ron Lascano Diego Josué

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Arteaga Laaz Maribel del Carmen, Domínguez Cruz Cristhian Eduardo, Del Rosario Almeida Lisbeth Andrea, Ortíz Ochoa Miguel Ángel y, Ron Lascano Diego Josué**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.

MARIBEL DEL
CARMEN
ARTEAGA LAAZ

Digitally signed by
MARIBEL DEL CARMEN
ARTEAGA LAAZ
Date: 2025.05.09 11:01:55
-05'00'

Firma del graduando
Arteaga Laaz Maribel del Carmen



 Firmado electrónicamente por:
 LISBETH ANDREA DEL
 ROSARIO ALMEIDA
 Validar únicamente con FirmAC

Firma del graduando
Del Rosario Almeida Lisbeth Andrea

Firma del graduando
Domínguez Cruz Cristhian Eduardo



 Firmado electrónicamente por:
 MIGUEL ANGEL ORTIZ
 OCHOA
 Validar únicamente con FirmAC

Firma del graduando
Ortíz Ochoa Miguel Ángel


Firma del graduando
Ron Lascano Diego Josué

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

APROBACIÓN DE DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN DEL PROGRAMA

Nosotros, Carla Naranjo Izurieta, **Directora EIG** y Martín Domínguez, **Coordinador UIDE**, declaramos que los graduandos: **Arteaga Laaz Maribel del Carmen, Domínguez Cruz Cristhian Eduardo, Del Rosario Almeida Lisbeth Andrea, Ortíz Ochoa Miguel Ángel y, Ron Lascano Diego Josué**, son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal de ellos.

Sergio Fernández
Director de la
Maestría en Criminalística

Martín Domínguez
Coordinador de la
Maestría en Criminalística

DEDICATORIA

Este trabajo es fruto del esfuerzo, la dedicación y el compromiso de cinco estudiantes que han compartido no solo una meta académica común, sino también una firme vocación por aportar al desarrollo del campo de la criminalística.

Dedicamos esta maestría a nuestras familias, quienes han sido el sostén esencial en nuestras vidas. Su amor incondicional y constante respaldo nos han proporcionado la fuerza necesaria para afrontar y superar cada desafío a lo largo de este recorrido. Sin su comprensión y motivación, alcanzar este objetivo no habría sido posible.

Agradecemos también a nuestros compañeros de estudios, con quienes compartimos incontables horas de trabajo, discusiones enriquecedoras y aprendizajes significativos. Cada uno de ustedes ha aportado valiosas perspectivas que han fortalecido nuestra formación y nos han impulsado a crecer como profesionales. La amistad y el compañerismo construidos en este proceso son un legado que llevaremos con nosotros en el ejercicio de nuestra carrera.

A nuestros docentes y guías, cuya entrega y pasión despertaron en nosotros el interés profundo por la criminalística. Gracias por su orientación paciente, su sabiduría, y por ayudarnos a descubrir nuevas formas de pensar. Sus enseñanzas han sido clave en nuestro desarrollo tanto profesional como personal.

Finalmente, dedicamos este logro a todas las personas que trabajan incansablemente en la búsqueda de la verdad y la justicia en el ámbito forense. Confiamos en que los conocimientos adquiridos durante esta maestría contribuirán a construir una sociedad más segura, justa y equitativa. Este es tan solo el comienzo de una nueva etapa en nuestras vidas, y afrontamos con entusiasmo las oportunidades que se avecinan.

AGRADECIMIENTOS

Al concluir esta etapa de formación en la Maestría en Criminalística, sentimos la necesidad de expresar nuestro más profundo agradecimiento a todas las personas que hicieron posible este recorrido.

En primer lugar, dirigimos nuestro reconocimiento a nuestras familias. Su apoyo constante, su comprensión inquebrantable y sus palabras de aliento han sido el motor que nos impulsó a seguir adelante en cada momento del camino. Gracias por ser nuestro refugio en tiempos difíciles y por creer en nosotros incluso cuando las circunstancias parecían adversas. Su amor y entrega han sido fundamentales para que hoy logremos este objetivo.

A nuestros compañeros de maestría, quienes han sido una parte esencial de esta experiencia. Compartir con ustedes alegrías, desafíos y aprendizajes ha enriquecido significativamente nuestro crecimiento. Cada uno aportó su mirada única y ayudó a construir un entorno de colaboración y respeto mutuo. Gracias por la amistad, el compromiso y por mostrarnos el verdadero valor del trabajo en equipo.

También queremos agradecer a nuestros docentes y orientadores, cuyas enseñanzas han dejado una huella profunda en nuestra formación. Su paciencia, compromiso y entusiasmo por la criminalística despertaron en nosotros una verdadera pasión por esta ciencia. Gracias por su orientación, por compartir su experiencia y por brindarnos las herramientas necesarias para crecer profesionalmente.

A los especialistas del ámbito forense que compartieron generosamente sus vivencias y conocimientos prácticos, les extendemos nuestro sincero agradecimiento. Su ejemplo de dedicación y excelencia profesional nos motiva a seguir sus pasos con responsabilidad y vocación.



Finalmente, a todas las personas que, de una u otra forma, nos acompañaron durante este proceso: este logro también les pertenece. Su presencia, apoyo y fe en nuestras capacidades han sido parte integral de este éxito.

Con gratitud y esperanza, nos proyectamos hacia el futuro, decididos a aplicar los saberes adquiridos en favor de la verdad y la justicia.

RESUMEN

Este trabajo abarca tres pilares esenciales dentro del campo de la criminalística y las ciencias forenses: **Medicina Legal y Análisis Estadístico, Balística y, Audio y Video Forense.**

En el área de **Balística**, se realiza un estudio detallado sobre las armas de fuego, sus componentes y los distintos efectos que generan los proyectiles. Asimismo, se examina la evolución histórica de los sistemas de disparo y la relevancia del estriado en los cañones para la identificación balística. Se analizan las diferencias entre armas de baja y alta velocidad (subsónicas y supersónicas), y se profundiza en la identificación de armas a partir de evidencias recolectadas en la escena del crimen, resaltando las marcas de clase e individuales presentes en casquillos y proyectiles.

La sección correspondiente a **Audio y Video Forense**, aborda el uso de grabaciones para recolectar y presentar evidencia, la verificación de autenticidad mediante análisis técnico (como en el caso del video “SPAIN WARS Parte I”), el estudio forense de audios manipulados y el rol de la videovigilancia en crímenes con armas en Ecuador. Combina teoría, herramientas digitales y casos prácticos para ilustrar su aplicación investigativa.

En cuanto a **Medicina Legal y el Análisis Estadístico**, se estudian los cambios post mortem y su vínculo con la estimación del tiempo transcurrido desde la muerte. Se presenta un caso práctico de autopsia judicial, incluyendo el examen externo del cadáver, la descripción de las lesiones y la elaboración de conclusiones médico-forenses. También se utiliza el nomograma de Henssge como herramienta para calcular el intervalo post-mortem, y se lleva a cabo el análisis de distintos tipos de traumatismos observados en muertes violentas.

El trabajo concluye subrayando la importancia de aplicar un enfoque **interdisciplinario** en las investigaciones criminales, así como la necesidad de tener en cuenta los factores sociales



y contextuales en casos complejos. Se resalta la transformación del sistema judicial en su manera de abordar los delitos relacionados con la violencia de género, reconociendo aspectos clave como los patrones de abuso y las dinámicas de poder en las relaciones interpersonales.

Palabras clave: Criminalística, Armas de fuego, Trayectoria balística, Projectiles, Prueba pericial, Evidencia, Autopsia, Tanatología, Cronotanodiagnóstico.

ABSTRACT

This work covers three essential pillars within the field of criminalistics and forensic science: Forensic Medicine and Statistical Analysis, Ballistics, and Forensic Audio and Video. In the area of Ballistics, a detailed study is conducted of firearms, their components, and the different effects generated by projectiles. It also examines the historical evolution of firing systems and the relevance of barrel rifling for ballistic identification. The differences between low- and high-velocity weapons (subsonic and supersonic) are analyzed, and the identification of weapons from evidence collected at crime scenes is explored, highlighting the class and individual markings present on casings and projectiles. The section on Forensic Audio and Video addresses the use of recordings to collect and present evidence, the verification of authenticity through technical analysis (as in the case of the video "SPAIN WARS Part I"), the forensic study of manipulated audio, and the role of video surveillance in gun crimes in Ecuador. It combines theory, digital tools, and practical cases to illustrate their investigative application. Regarding Forensic Medicine and Statistical Analysis, the paper studies postmortem changes and their relationship with estimating the time elapsed since death. A practical case of forensic autopsy is presented, including the external examination of the corpse, the description of injuries, and the preparation of forensic medical conclusions. The Henssge nomogram is also used as a tool to calculate the postmortem interval, and an analysis of different types of trauma observed in violent deaths is carried out. The paper concludes by emphasizing the importance of applying an interdisciplinary approach in criminal investigations, as well as the need to consider social and contextual factors in complex cases. The paper highlights the transformation of the judicial system in its approach to crimes related to gender-based violence, recognizing key aspects such as patterns of abuse and power dynamics in interpersonal relationships.

Keywords: Forensics, Firearms, Ballistic trajectory, Projectiles, Expert evidence, Evidence, Autopsy, Thanatology, Chrono-diagnosis.

TABLA DE CONTENIDOS (ÍNDICE)

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA.....	2
AUTORIZACIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL	3
APROBACIÓN DE DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN DEL PROGRAMA	4
DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTOS	6
RESUMEN	8
ABSTRACT.....	10
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	18
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO	19
CAPÍTULO II.....	22
BALÍSTICA	22
Introducción	22
TEMA 1: LAS ARMAS DE FUEGO.....	24
Introducción	24
1. Defina brevemente las partes del arma de fuego.	25
2. Distinga con claridad entre armas de artillería y armas ligeras.	27
3. Distinga con claridad la diferencia entre armas cortas y armas largas.	28
4. Ordene cronológicamente la aparición de los diferentes mecanismos de disparo en las armas de fuego.	30
5. Ordene cronológicamente la aparición de los diferentes tipos de cartuchos una vez aparecen estos, -después de superar el periodo de las armas de avancarga.	31
6. Distinga y defina las diferentes partes de un cartucho.	32
7. ¿Cuál es el aporte del cañón estriado o poligonal respecto al cañón liso en la evolución de las armas? -	33
8. ¿Qué aportan las distintas formas de los proyectiles?.....	33
9. ¿Por qué el uso de cartuchos con multiproyectiles?	34
TEMA 2: LA IDENTIFICACIÓN DE LAS ARMAS MEDIANTE LOS INDICIOS EN LA ESCENA DEL CRIMEN.....	36
Introducción	36

1. Describe con claridad una pistola, -un revolver, -un arma larga monoproyectil, -un arma larga multiproyectil y un arma larga manipulada.	39
2. Distingue y describe las diferencias entre marcas de clase y marcas de identidad y describe cuales de ellas se encuentran en el casquillo y cuales en el proyectil.	40
3. Describe las armas que portan cada uno de los finados (las 4) y clasifica el tipo de arma.....	41
4. Describe el tipo de arma de fuego que podría faltar en la escena (la 5ª)	42
5. En la escena que nos ocupa, ¿solo intervienen los cuatro finados o interviene un quinto? 43	
6. Dibuja la escena.....	44
7. Intenta adivinar el orden de los disparos.....	44
TEMA 3: IDENTIFICACIÓN DE LAS DISTANCIAS DE DISPARO.....	46
Importancia:	46
1. Distinga entre armas subsónicas y supersónicas y ponga un ejemplo de-2 calibres comunes para cada una de ellas.....	49
2. Podríamos afirmar que el impacto biológico del proyectil se basará en la cavitación (hueco que genera el calibre al chocar con el tejido blanco, cavidad temporal), no únicamente en la trayectoria, sino también en la transferencia de energías. Establezca qué impacto van a generar las velocidades siguientes en una víctima: Velocidades de 36 m/seg, 61 m/seg, 122 m/seg, de más de 600 m/seg o más de 800 m/seg y determine las velocidades de salida de la boca de fuego de proyectiles de armas cortas y largas. -.....	50
3. Describa de forma breve en que consiste el poder de perforación, penetración y parada o detención de un proyectil.....	52
4. La distancia de disparo se puede resolver con mayor o menor precisión, en base al estudio de las características presentadas por el orificio de entrada, defina cuál es la distancia de esta clase de disparos: a.- A bocajarro o boca de jarro; b.- A quemarropa; c.- A corta distancia; d.- A larga distancia:	53
5. Describe la distancia de disparo de cada finado.....	53
6. Describe el tipo de arma de fuego que puede haber producido estos efectos.....	54
7. En la escena que nos ocupa, solo intervienen los cinco finados o interviene un sexto..	55
8. Dibuja la escena con precisión y claridad forense. -.....	56
9. Defina el orden de los disparos.....	56
TEMA 4 BALÍSTICA FORENSE: HERRAMIENTA CLAVE EN LA INVESTIGACIÓN Y PRUEBA DE DELITOS.....	58
Introducción	58

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Desarrollo	59
Conclusión	77
CAPÍTULO III	79
AUDIO Y VIDEO FORENSE	79
Introducción	79
TEMA 1: APLICACIONES DE LA REALIZACIÓN Y EDICIÓN DE VIDEO EN LA INVESTIGACIÓN CRIMINAL, Y MÉTODOS DE AUTENTICACIÓN Y VERIFICACIÓN DE VIDEO	81
Ejercicio 1	81
Análisis de Grabaciones de Vigilancia:	82
Análisis de Videos de Cámaras Corporales de la Policía:	83
Análisis de Videos de Teléfonos Móviles:	84
Herramientas Comunes Utilizadas:	85
Ejercicio 2	85
TEMA 2: ANÁLISIS DE LA EVIDENCIA DIGITAL I	88
URL del Video.	88
<input type="checkbox"/> Extracción de los metadatos online.	88
<input type="checkbox"/> Descargar video de You Tube.	91
<input type="checkbox"/> Generación de la huella digital	91
<input type="checkbox"/> Video en fotogramas.	92
<input type="checkbox"/> Seleccionar de 5 fotogramas más representativos para ejecutar un análisis forense y poder detectar si existe una manipulación del video.	94
TEMA 3: ANÁLISIS DE LA EVIDENCIA DIGITAL II	104
URL del Video.	104
<input type="checkbox"/> Descargar de la plataforma cada grupo el audio correspondiente.	104
<input type="checkbox"/> Realizar la limpieza del audio.	106
<input type="checkbox"/> Exportar el fichero de audio procesado en formato WAV.	108
<input type="checkbox"/> Análisis del formato de ondas y del espectrograma para encontrar indicios de manipulación.	112
<input type="checkbox"/> Transcripción de los audios con speechnotes.	114
TEMA 4: EFICACIA DE LA VIDEOVIGILANCIA Y EL PROCESAMIENTO DE VÍDEO DIGITAL EN LA RESOLUCIÓN DE CRÍMENES CON ARMA DE FUEGO EN ECUADOR 118	

Introducción	118
Desarrollo	118
<i>Ilustración 48</i>	121
Obtención de archivos	121
Recolección	121
Traslado y cadena de custodia	122
Almacenamiento	122
Errores que descartan el procesamiento	122
Fallas o circunstancias tolerables	122
5. Etapa de análisis (Espala, 2020).....	122
<i>Ilustración 49</i>	123
Trabajo preliminar al análisis	124
Fuente del video	124
Análisis de la información	124
Errores que descartan el análisis	125
Fallas o circunstancias tolerables	125
6. Etapa de presentación de resultados (Espala, 2020).....	125
<i>Ilustración 50</i>	126
Resultados esperados del análisis	126
Errores que invalidan los resultados	127
Fallas o variaciones tolerables en el reporte	127
Conclusión	127
<i>Ilustración 51</i>	129
CAPÍTULO IV	130
MEDICINA LEGAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	130
Introducción	130
TEMA 1: FENÓMENOS CADAVÉRICOS IDENTIFICACIÓN Y	132
RELACIÓN CON LA DATA DE LA MUERTE	132
Introducción	132
1. Generalidades	134
2. Planteamiento del caso	136

ENTREGABLE 1	136
<i>Ilustración 52</i>	136
<input type="checkbox"/> 1.- ¿Qué fenómeno o fenómenos cadavéricos (si existen más de uno) se muestra en la ilustración? ¿Ocurre en el cadáver recién fallecido o de manera posterior? Explicó qué tipo de datos brinda al análisis criminalístico de manera general, basándose en lo que se puede apreciar en la imagen.	136
<input type="checkbox"/> 2.- ¿Cuándo comienza a aparecer tras instaurarse el fenómeno de la muerte? ¿Cuánto tarda en formarse completamente? Realice una breve descripción acerca de cómo evoluciona este fenómeno en el tiempo de forma general. Posteriormente, y ya atendiendo al caso de la fotografía, calcule la data de la muerte atendiendo a la evolución del fenómeno cadavérico (o fenómenos si detecta más de uno) que observa en la imagen.	137
<input type="checkbox"/> 3.- ¿Cómo y cuándo el perito que realiza la investigación debe valorar este proceso? ¿Cómo debe proceder en su exploración? (Indique cómo lo haría usted).	138
<input type="checkbox"/> 4.- En ciertas situaciones, algunos fenómenos cadavéricos pueden ofrecer otro tipo de datos útiles en la investigación de una muerte violenta o facilitan la realización de ciertos tipos de análisis complementarios. Si la imagen que está examinando es el caso, coméntelo de manera lógica. ...	139
<i>Ilustración 53</i>	140
ENTREGABLE 2	154
ENTREGABLE 3	168
<input type="checkbox"/> 1.- ¿Qué tipo de mecanismo de muerte de los anteriormente vistos en la asignatura se muestra como ejemplo en las imágenes? Comente y clasifique acorde a lo visto en el tema este tipo de muerte de forma justificada	168
<input type="checkbox"/> 2.- Elabore una breve propuesta de cómo llevar a cabo la etapa de levantamiento del cuerpo en este caso, de manera estructurada por etapas, especificando que información recolectaría en cada una de estas basándose en las imágenes proporcionadas.	169
<input type="checkbox"/> 3.- Uno de los aspectos cruciales frente a este tipo de muertes es la adecuada identificación de las lesiones durante la etapa de la evaluación externa. Basándose en las imágenes previamente mostradas y las que se proporcionarán a continuación, describa las lesiones que objetiva, sin pasar por alto ningún parámetro, de acuerdo con lo observado en el tema.	175
<input type="checkbox"/> 4.- La parte final de cualquier reporte de autopsias consiste en la elaboración de las conclusiones médico forenses. Con la información previamente proporcionada, deduzca el origen y la etiología de esta muerte, la causa del fallecimiento y la fecha (utilizando también el normograma de Henssge que se presenta a continuación, basándose en lo observado en las sesiones síncronas). • Identificación del cadáver: • Origen y Etiología Médico-Legal de la Muerte: • Causa de la Muerte: • Data de la Muerte:	179
CONCLUSION	186

TEMA 2: AUTOPSIA VIRTUAL Y TECNOLOGÍAS DE IMAGEN APLICADAS A LA MEDICINA LEGAL: UNA REVISIÓN DE SU USO EN EL ESTUDIO LESIONAL.....	187
Introducción	187
Importancia de la medicina legal	187
Limitaciones de la autopsia convencional	188
Nacimiento y evolución de la autopsia virtual-	188
Tecnologías de imagen aplicadas	188
Tomografía computarizada (TC).....	188
Resonancia magnética- (RM).....	188
Reconstrucción tridimensional y post-procesamiento de imágenes.....	189
Otras técnicas: -angiografía post mortem, -fotogrametría, escaneo láser-.....	189
Aplicaciones en el estudio lesional.....	189
Comparación con la autopsia tradicional-	189
Ventajas-	189
Desventajas.....	190
Casos recomendados-.....	190
Conclusiones y perspectivas futuras-.....	190
Fenómenos cadavéricos identificación y relación con la data de la muerte.....	192
CAPÍTULO V.....	198
CONCLUSIONES.....	198
Conclusiones Específicas	200
BIBLIOGRAFÍA	203

LISTA DE TABLAS (ÍNDICE DE TABLAS)

Tabla 1	26
Tabla 2	27
Tabla 3	28
Tabla 4	29
Tabla 5	53

LISTA DE FIGURAS (ÍNDICE DE FIGURAS)

Ilustración 1	52
Ilustración 2	81
Ilustración 3	87
Ilustración 4	91
Ilustración 5	92
Ilustración 6	93
Ilustración 7	95
Ilustración 8	98
Ilustración 9	98
Ilustración 10	99
Ilustración 11	104
Ilustración 12	106
Ilustración 13	106
Ilustración 14	107
Ilustración 15	108
Ilustración 16	108
Ilustración 17	109
Ilustración 18	111
Ilustración 19	112
Ilustración 20	114

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de titulación aborda 3 campos esenciales dentro del ámbito de la criminalística y las ciencias forenses: **Medicina Legal y Análisis Estadístico, Balística, y Audio y Video Forense**. Este estudio integral tiene como objetivo explicar detalladamente los elementos legales, técnicos y metodológicos, los cuales integran la investigación criminal contemporánea.

En el apartado de **Balística**, se analizan fundamentos técnicos y físicos que explican el comportamiento de las armas de fuego y los proyectiles. Se examinan las diversas clases de armamento, sus mecanismos operativos, así como las técnicas utilizadas para identificar armas y municiones en escenarios delictivos. Este conocimiento resulta importante para reconstruir hechos y vincular indicios materiales en investigaciones relacionadas con el uso de armas.

La parte correspondiente a **Audio y Video Forense** aborda el **uso y análisis de grabaciones audiovisuales como evidencia** en investigaciones y procesos judiciales. Su función principal es convertir material grabado en **prueba válida, precisa y confiable**.

En cuanto a **Medicina Legal y Análisis Estadístico**, se estudia aspectos científicos y médicos que intervienen en las investigaciones forenses. Se tratan temáticas como la autopsia judicial, los cambios post mortem, y las metodologías empleadas para estimar el momento del fallecimiento. También se incluye el uso de herramientas estadísticas aplicadas para analizar evidencia e interpretar objetivamente los resultados periciales.

Esta investigación brinda fundamentos conceptuales sólidos e incorpora estudios de caso y ejercicios prácticos, facilitando el desarrollo de competencias analíticas clave para quienes se desempeñan en el ámbito de la investigación criminal. Mediante la integración de

estas 3 áreas, se propone un panorama integral de la criminalística actual, orientada a preparar a profesionales del futuro para afrontar ciertos desafíos que plantea la investigación forense.

Al ofrecer instrumentos teóricos y útiles que apoyan la resolución de casos penales y la administración eficaz de la justicia, el estudio descrito en esta publicación contribuye sustancialmente al avance del conocimiento en los campos de la criminalística y las ciencias forenses.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

1.1. Definición del Proyecto:

El proyecto titulado “**CRIMINALÍSTICA**” corresponde a un trabajo de titulación que aborda de manera integral tres áreas clave en el ámbito de la investigación criminal: **Audio y Video Forense, Medicina Legal y Análisis Estadístico y, Balística**. Este estudio ofrece un análisis profundo de los métodos modernos y las prácticas forenses contemporáneas, con énfasis en la aplicación real de estas disciplinas dentro del sistema legal ecuatoriano.

1.2. Naturaleza o tipo de proyecto:

Este estudio es una investigación aplicada en criminalística. Con el fin de dar respuesta a cuestiones particulares de la labor investigativa y la práctica profesional forense en Ecuador, el proyecto integra una visión teórica con el examen de casos reales y actividades prácticas.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General:

Realizar un **análisis integral** de las principales áreas de la criminalística, articulando conocimientos teóricos y habilidades prácticas en **audio y video forense, balística, y medicina**

legal y análisis estadístico, con la finalidad de optimizar las metodologías de investigación criminal y contribuir al fortalecimiento del sistema judicial ecuatoriano.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Estudiar los fundamentos técnicos y las aplicaciones prácticas de la **balística**, haciendo énfasis en la identificación de armas de fuego y proyectiles en escenas del crimen.
- Analizar **técnicas especializadas en medicina legal**, con especial atención a los procesos cadavéricos y la determinación precisa del momento de la muerte.
- Emplear **métodos estadísticos** en la evaluación de pruebas forenses, incorporando herramientas como el **nomograma de Henssge** para estimar el intervalo post mortem.
- Fortalecer **competencias prácticas** en la descripción de lesiones, el levantamiento técnico de cadáveres y la redacción de **informes periciales**.

1.4. Justificación e importancia del trabajo de investigación:

Este trabajo constituye un aporte significativo al campo de la criminalística y las ciencias forenses en Ecuador. Las técnicas y conocimientos empleados en la investigación forense deben actualizarse periódicamente debido a la creciente complejidad de los delitos y a los continuos cambios en las tácticas criminales. Esta investigación ofrece un examen exhaustivo que incorpora los avances más recientes en balística, audio y video forense, y medicina forense.

La relevancia de esta investigación se manifiesta en diversos puntos clave:

- **Renovación del saber forense:** Presenta una recopilación actualizada de las técnicas más modernas empleadas en criminalística, contextualizadas dentro del marco normativo ecuatoriano.
- **Optimización del trabajo pericial:** Brinda herramientas prácticas y metodologías aplicables directamente por los profesionales del área, proporcionando una mejor calidad en la investigación penal.

- **Fortalecimiento institucional:** Ayuda a preparar especialistas con mayores competencias, lo cual se traduce en una mejora significativa del sistema de justicia en el país.
- **Visión interdisciplinaria:** El enfoque integral del estudio facilita un mejor entendimiento de los procesos criminalísticos, necesarios para enfrentar casos de alta complejidad.
- **Fomento del pensamiento crítico:** Ayuda a profesionales y estudiantes a desarrollar capacidades reflexivas y analíticas, esenciales para una investigación eficaz.
- **Aporte científico:** Enriquece la producción académica en lengua española sobre criminalística, con un énfasis especial en la realidad ecuatoriana y de otros contextos latinoamericanos.
- **Enfoque contextualizado:** Al basarse en la normativa y procedimientos propios del Ecuador, ofrece propuestas y análisis plenamente aplicables a nivel nacional.
- **Impulso a nuevas investigaciones:** Motiva la generación de futuros estudios de criminalística, al señalar vacíos formativos y posibles mejoras.

CAPÍTULO II

BALÍSTICA

Introducción

En el segundo capítulo se aborda en profundidad la balística forense y el análisis de las armas de fuego en la escena del crimen. Abarca los diversos temas dentro de este campo de estudio y está organizado en cuatro grandes divisiones:

En **tema 1** presenta la fundamentación teórica de las armas de fuego a partir de su historia, categorización y partes que la constituyen. Se ilustra cada tipo de arma de fuego incluyendo pistolas, revólveres, rifles, escopetas, entre otros, así como la historia de sus mecanismos de disparo y cartucherías. Adicionalmente se estudia el desarrollo de los cañones estriados que aumentaron la precisión y el alcance de armas.

El **tema 2** trata sobre la identificación de armas a partir de las pruebas recogidas en el lugar del delito. Se describen ideas importantes que son esenciales para relacionar un arma de fuego concreta con los datos balísticos, incluidas las características de clase y los marcadores de identificación. También se incluye en el capítulo un examen exhaustivo de un caso práctico con numerosas víctimas y armas, junto con una explicación de cómo se aplican estos principios en el trabajo de investigación del mundo real.

El **tema 3** trata sobre la determinación de las distancias de disparo, ya que ayuda en el proceso de investigación. Se describen las propiedades de varios disparos efectuados a distintas distancias, desde «a quemarropa» hasta «a larga distancia», y se examinan las consecuencias de las distintas velocidades de los proyectiles en el cuerpo humano. En este capítulo se presenta otro caso práctico en el que se aplica esta información.

El tema 4 examina la relevancia del estudio de armas de fuego y balística forense para la investigación de crímenes relacionados con armas de fuego, especialmente considerando la creciente violencia en Ecuador entre 2020 y 2024. Se destacan aspectos como la clasificación de armas, sus componentes, la munición y la letalidad como aspectos cruciales en la lucha contra el terrorismo y el crimen organizado.

Este documento representa un recurso útil en los campos de la balística y la investigación criminal, contiene material técnico detallado que se apoya en ejemplos e imágenes del mundo real.

TEMA 1: LAS ARMAS DE FUEGO

Introducción

Las armas son actores silenciosos en una escena del crimen donde las pruebas de violencia son visibles. Pero hay una historia oculta bajo su frío funcionamiento, una historia que sólo los expertos en balística forense pueden desentrañar y comprender.

Más allá de la explicación técnica, la terminología forense encapsula la conexión entre legalidad y ciencia. Esto permite a los investigadores reconstruir lo ocurrido, señalar a los culpables y dar sentido a lo sucedido.

Aprender este lenguaje implica algo más que conocimientos técnicos; también exige conocer la evolución histórica de las armas y la munición. Desde las marcas de la bala hasta la forma del cañón, cada pequeño detalle puede proporcionar una pista crucial en un caso.

Los informes periciales, con su terminología exacta y objetiva, sirven como la partitura de esta danza mortal. En estos se recoge la información esencial que permitirá a la justicia determinar la culpabilidad o inocencia de los implicados.

Comprender los componentes del arma, el cartucho y la terminología balística sirve de llave para desentrañar la verdad. Es esencial para comprender el lenguaje de las armas de fuego, dar voz a las víctimas y hacer justicia.

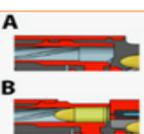
El lenguaje forense de las armas de fuego se convierte en una potente arma en la batalla contra la delincuencia en un mundo en el que la violencia es una amenaza constante. Es una herramienta que permite a los profesionales «dialogar» con las armas de fuego y alcanzar la justicia sin dejar de callar.

1. Defina brevemente las partes del arma de fuego.

Es un instrumento empleado para propulsar uno o varios proyectiles mediante un cañón, utilizando la energía generada por la explosión de una carga, conocida como pólvora. Esta deflagración impulsa el proyectil o los proyectiles a distintas velocidades.

Así, las armas cortas se identifican por sus dimensiones y forma particulares, con una longitud de cañón de unos 30 cm, y su empuñadura, pensada para ser utilizada con una sola mano. No tienen una culata que se asiente sobre el hombro del tirador como las armas largas (González, 2021).

Tabla 1

Armazón	Es la estructura principal que actúa como base para ensamblar y alojar todas las demás piezas del arma, como el cañón, el sistema de disparo, el gatillo y otros elementos fundamentales.	
Corredera	Es la parte de la pistola que se desliza hacia atrás y hacia adelante para cargar y disparar el arma.	
Cañón	Es el tubo por el que viaja la bala. Está diseñado para canalizar la energía generada por la explosión de la pólvora, permitiendo que el proyectil sea impulsado a gran velocidad.	
Cámara	Es la parte del cañón donde se coloca el cartucho antes de ser disparado. Es una cavidad diseñada específicamente para alojar el cartucho y permitir que se alinee con el cañón.	
Cargador	Es un dispositivo que almacena y alimenta los cartuchos al arma, permitiendo que se disparen de manera sucesiva sin necesidad de recargar manualmente entre cada tiro.	
Gatillo	Es el mecanismo que se acciona con el dedo para iniciar el disparo. Al ser presionado, el gatillo activa el sistema de disparo, que incluye el percutor o martillo, que golpea el cartucho en la cámara para encender la pólvora y disparar el proyectil.	
Martillo	Es la parte metálica que golpea el percutor (o mecanismo de percusión) para iniciar la ignición del cartucho. El martillo puede ser de dos tipos: expuesto , visible y accesible para el tirador, o interno , oculto dentro del mecanismo del arma.	
Seguro	Es un mecanismo de seguridad diseñado para evitar disparos accidentales. Su función principal es bloquear el funcionamiento del arma, impidiendo que el gatillo o el martillo se accionen sin la intención del tirador. Existen diferentes tipos de seguros, como el seguro manual , que debe ser activado o desactivado por el usuario, o el seguro automático , que se activa de forma automática (como cuando el arma no está correctamente posicionada).	
Empuñadura	Es la parte del arma que se sostiene con la mano. Generalmente, está ubicada en la parte inferior del armazón, y su diseño permite un agarre firme y seguro para manejar el arma con una o ambas manos, dependiendo del tipo de arma. Además, en muchas armas de fuego cortas, la empuñadura es el lugar donde se encuentra el cargador .	
Guardamonte	Es una estructura que rodea el gatillo, diseñada para protegerlo de disparos accidentales. Su función principal es evitar que el gatillo sea accionado involuntariamente, como por ejemplo al rozar con la ropa o al manipular el arma de manera inapropiada.	

Mientras que las **armas de fuego largas** se caracterizan por tener un cañón de más de 30 cm de longitud y generalmente se usa con el apoyo del hombro, utilizando una culata y/o soporte. En contraposición a las armas de fuego cortas, las armas de fuego largas proporcionan una precisión y estabilidad superiores al momento de disparar (González, 2021).

Tabla 2

Acción	Se refiere al mecanismo que permite cargar, disparar y eyectar el cartucho. Dependiendo del tipo de acción, este proceso puede variar. Cada tipo de acción ofrece diferentes ventajas en cuanto a velocidad, seguridad y facilidad de uso.	
Cañón	Es la parte del arma por donde el proyectil (como una bala o un cartucho de escopeta) pasa después de ser disparado. Está diseñado para dirigir el proyectil hacia el objetivo, pero debido a su mayor longitud, ofrece ventajas adicionales en términos de precisión, velocidad y control.	
Culata	Es la parte del arma que se apoya contra el hombro del tirador al momento de disparar. Está ubicada en la parte trasera del arma. Su fabricación puede ser de madera, plástico o metal.	
Empuñadura	Es la parte del arma que sostiene el tirador, por lo general, está hecho de madera, plástico o metal.	
Gatillo	Es la palanca que aprieta el tirador para disparar el arma. Está ubicado en la parte inferior de la carcasa del arma, cerca de la empuñadura, y es el componente que, al ser presionado, activa el disparo del proyectil.	
Cargador	Es un dispositivo que contiene y alimenta los cartuchos al sistema de disparo del arma. Puede ser un cargador integral o desmontable.	
Empuñadura	Es la parte de la estructura del arma donde el tirador agarra el cañón o la parte frontal del arma para estabilizarla.	

2. Distinga con claridad entre armas de artillería y armas ligeras.

Las armas de artillería son de gran tamaño y se fabrican para disparar proyectiles a distancias extensas con un alto poder destructivo. Necesitan dispositivos especializados para su traslado y funcionamiento, tales como armas de fuego, obuses y lanzacohetes.

Las armas ligeras son portátiles y diseñadas para ser utilizadas por un solo soldado. Son más pequeñas y ligeras que las de artillería y se emplean en combates cercanos y tácticos. Algunos ejemplos son ametralladoras de gran potencia, lanzagranadas portátiles, armas antiaéreas y antitanque, lanzadores de misiles antitanque, fusiles sin retroceso, sistemas de misiles antiaéreos y morteros de menos de 100mm (Jorge, 2024).

Tabla 3

ARMAS DE ARTILLERÍA	ARMAS LIGERAS
SISTEMAS DE DISPARO	
La artillería se dispara generalmente con un sistema de retroceso o por presión de gases. El retroceso absorbe la fuerza del disparo, permitiendo que el arma se dispare desde una posición fija. La presión de gases utiliza la energía de los gases para lanzar el proyectil y recargar el arma automáticamente.	Las armas ligeras suelen tener mecanismos de acción manual o semiautomática. El manual requiere que el usuario maneje un cerrojo o palanca para cargar y disparar, mientras que el semiautomático dispara de forma automática después de cada tiro, sin intervención del usuario.
CLASES DE MUNICIÓN	
La munición de artillería es muy especializada y se presenta en diversos tipos, como explosivos, fragmentarios, antitanque, incendiarios y perforantes.	La munición de armas ligeras se clasifica principalmente en dos tipos: balas perforantes, que penetran armaduras o materiales balísticos, y balas expansivas, que buscan causar mayor daño al impactar.
EFFECTOS EN EL OBJETIVO	
La artillería provoca gran daño en un área extensa por la explosión de la munición, pudiendo destruir estructuras, vehículos y causar numerosas bajas.	Las armas ligeras producen daño más focalizado. Las balas perforantes atraviesan la armadura y causan heridas graves, mientras que las expansivas provocan daños internos y sangrados.
PLATAFORMAS DE LANZAMIENTO	
La artillería se puede disparar desde diversas plataformas, como cañones remolcados, obuses autopropulsados, morteros y lanzacohetes múltiples.	Las armas ligeras se pueden disparar desde el hombro o desde una posición estable, como un bípode o trípode.

3. Distinga con claridad la diferencia entre armas cortas y armas largas.

Las principales diferencias entre armas largas y cortas radican en tamaño, diseño y uso.

Con respecto a las dimensiones, las armas largas tienen un rango de medida de entre 70 a 120 cm de largo total y un cañón de 40 a 80 cm, mientras que las cortas presentan un tamaño total menor a 60 cm e inferiores a 30 cm de cañón. Las armas cortas abarcan pistolas y revólveres, mientras que las largas abarcan carabinas, fusiles, escopetas y rifles.

En términos de diseño, las armas pequeñas son más compactas y tienen una culata de madera o polímero con ranuras internas en el cañón para aumentar la precisión del proyectil, mientras que las armas largas tienen una culata en el hombro para aumentar la estabilidad y la velocidad al disparar.

Las armas largas se utilizan normalmente en la caza, el tiro deportivo y en entornos militares o policiales. Se manejan con ambas manos y se disparan desde el hombro. Sin embargo, dado que sólo pueden utilizarse con una mano, las armas cortas son más adecuadas para el tiro recreativo a corta distancia, las fuerzas de seguridad y la defensa personal.

Por último, las armas largas son pesadas y difíciles de transportar diariamente, mientras que las armas cortas son ligeras, portátiles y fáciles de ocultar, lo que facilita su transporte y uso en espacios reducidos. (Pelaez, 2020)

Tabla 4

ASPECTO	ARMA DE FUEGO CORTA	ARMA DE FUEGO LARGA
LONGITUD DEL CAÑÓN	Inferior a 30 centímetros	Superior a 30 centímetros
LONGITUD TOTAL	Inferior a 60 centímetros	Superior a 60 centímetros
CULATA	No posee	Si posee
EMPUÑADURA	Se puede sujetar con una sola mano.	Se puede sujetar con dos manos.
PRECISIÓN	Inferior a largas distancias.	Mayor a largas distancias.
PODER DE FUEGO	Inferior	Superior
PORTABILIDAD	Superior	Inferior

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

ARMA DE FUEGO CORTA



ARMA DE FUEGO LARGA

Ilustración 1

4. Ordene cronológicamente la aparición de los diferentes mecanismos de disparo en las armas de fuego.

- **MECANISMO DE MECHA:** Surgió en el siglo XIV, consistía en un sistema manual en el cual la mecha encendida se acercaba a la cazoleta con pólvora ubicada en el exterior del cañón.
- **LLAVE DE MECHA:** Inventado en Europa en el siglo XV, este sistema facilitaba la labor del tirador, ya que le permitía disparar con las 2 manos libres.
- **LLAVE DE RUEDA:** Desarrollada alrededor del año 1500, se generaba una chispa para prender la pólvora mediante una rueda de acero.
- **LLAVE DE CHISPA:** Creada en el siglo XVII, esta versión incorporaba una piedra

de pedernal o sílex en el martillo, que al hacer contacto con la cazoleta generaba una chispa capaz de encender la pólvora.

- **LLAVE DE PERCUSIÓN:** Apareció en el siglo XIX, y funcionaba golpeando un fulminante o pistón que contenía fulminato de mercurio en su interior, lo que generaba la detonación.



Ilustración 2

5. Ordene cronológicamente la aparición de los diferentes tipos de cartuchos una vez aparecen estos, después de superar el periodo de las armas de avancarga.

- **Cartuchos de papel:** Fueron los primeros en utilizarse tras la era de las armas de avancarga. Estaban hechos de papel y contenían tanto la carga de pólvora como el proyectil. Se utilizaron en la artillería a mediados del siglo XVI.
- **Cartucho metálico conocido como “Lefauchaux”:** Este cartucho apareció después de los de papel y fue patentado por el inventor Casimiro Lefauchaux en los años 1830. Contaba con una vaina de metal y una aguja externa, que, al ser presionada, producía la deflagración.
- **Cartuchos de percusión periférica o anular:** Surgieron como un desarrollo evolutivo en el diseño del mecanismo de ignición. En lugar de colocar el detonador en el centro

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

de la base como en las municiones de percusión central, se colocó alrededor del borde de la base.

- **Cartuchos sin aguja, con fulminante central, “fuego central”:** Esta fue una innovación de diseño posterior, ya que el fulminante era colocado en la parte central de la base, lo que garantiza una ignición más precisa y confiable.

6. Distinga y defina las diferentes partes de un cartucho.

Un cartucho se compone de un contenedor, que puede ser de metal, plástico o papel, denominado vaina o casquillo, la pólvora, la bala y el fulminante, para los cartuchos de metal. En cuanto a los cartuchos semimetálicos (usados en escopetas), cuando contienen perdigones o postas, incorporan un taco entre la pólvora y las municiones. (Rodríguez, 2023)



Ilustración 3

7. ¿Cuál es el aporte del cañón estriado o poligonal respecto al cañón liso en la evolución de las armas?

El cañón estriado o poligonal ofrece varias ventajas sobre el cañón de ánima lisa con respecto al desarrollo de armas de fuego, ayudando en lo siguiente:

Mayor precisión: Las estrías ubicadas en el cañón estriado poligonal ayudan a guiar el trayecto del proyectil de manera más precisa, logrando disparos más exactos.

Mayor velocidad: El estriado también permite que la bala acelere más rápidamente dentro del cañón, aumentando así su velocidad y energía cinética.

Mejor eficiencia: Los diseños estriados del cañón reducen la fricción entre la bala y las paredes del cañón, resultando en mejor eficiencia energética y mayor durabilidad del arma.

Mayor capacidad de penetración: Con su mayor velocidad y precisión, las armas con cañones estriados o poligonales son capaces de penetrar ciertos materiales de manera más efectiva.

Por otro lado, los cañones lisos se encuentran en diversos tipos de escopetas y en todos los calibres de cartuchos semimetálicos. Una de sus características principales es que no dejan ninguna marca identificatoria en los proyectiles disparados a través de ellos. La función del estriado en el cañón, al provocar la rotación del proyectil, proporciona mayor velocidad y estabilidad en su trayecto hacia el objetivo.

8. ¿Qué aportan las distintas formas de los proyectiles?

Diferentes configuraciones de proyectiles pueden afectar su penetración, expansión o capacidades de fragmentación al impactar un objetivo. También puede impactar su aerodinámica de vuelo y estabilidad, que se relacionan con la precisión y efectividad.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Esferoidal:

Menor resistencia aerodinámica: Los proyectiles esféricos tienden a sufrir menos fricción con el aire que otros. Esto puede resultar en mayor velocidad y alcance.

Estabilidad: Las esferas tienen una estabilidad natural en vuelo que ayuda a la precisión y control del proyectil.

Cónica:

Mejora en la aerodinámica: A diferencia de las otras configuraciones, la forma cónica puede mejorar en gran medida la eficiencia aerodinámica, reduciendo así la resistencia al aire.

Penetración: La geometría de los proyectiles cónicos optimiza la configuración de penetración en objetivos resistentes o difíciles tales como blindajes, ya que se concentra en un área menor.

Formas especializadas:

Propósitos específicos: Algunos proyectiles están diseñados con fines concretos, como los proyectiles tipo flecha para una mayor penetración o los proyectiles de fragmentación para dispersar fragmentos en un área más amplia.

Maniobrabilidad: Existen proyectiles con formas específicas para mejorar su maniobrabilidad en vuelo, como los proyectiles guiados, que ofrecen un control más preciso sobre su trayecto.

9. ¿Por qué el uso de cartuchos con multiproyectiles?

Mayor capacidad de impacto: En los cartuchos con proyectiles múltiples, hay varios proyectiles que son disparados a la misma vez, lo que incrementa las probabilidades de que se logre alcanzar el objetivo y causar el daño deseado.

Mayor efectividad en situaciones de autodefensa: En los escenarios de defensa personal, donde la velocidad y la precisión son extremas, los cartuchos multiproyectiles pueden ser más efectivos que los cartuchos convencionales, ya que permiten disparar varios proyectiles en paralelo.

Versatilidad: Los cartuchos de multiproyectiles pueden incorporar proyectiles de distintos tamaños y configuraciones, lo cual aumenta la flexibilidad en términos de su alcance y capacidad de penetración.

Mayor intimidación: Alguien que se sienta vulnerado se puede sentir intimidado y amenazado por la posibilidad de que varios proyectiles pertenecientes a un solo cartucho sean disparados, lo que podría desalentarlos a continuar con su asalto.

Reducción del retroceso: Disparar varios proyectiles enseguida permite un mejor control del retroceso; el tirador tiene mayor control sobre el disparo porque este se distribuye de forma más equilibrada.

Los cartuchos multiproyectiles se emplean principalmente en escopetas. Están compuestos por cinco elementos: además de los cuatro componentes típicos de un cartucho de proyectil único, incluyen un "taco" que evita la combinación de la pólvora con los proyectiles. Los proyectiles empleados en estos cartuchos tienden a ser esféricos (postas o perdigones), lo cual los distingue de manera evidente de la ojiva empleada en los cartuchos de un solo proyectil.

TEMA 2: LA IDENTIFICACIÓN DE LAS ARMAS MEDIANTE LOS INDICIOS EN LA ESCENA DEL CRIMEN

Introducción

La balística es una rama crucial de la investigación criminal que se centra en el estudio de las armas, sus proyectiles y sus modos de funcionamiento. La balística puede utilizarse en una investigación criminal no sólo para determinar el tipo de arma utilizada en un homicidio, sino también para reconstruirlo, incluyendo la forma de disparo, la trayectoria de la bala, la ubicación del tirador, la secuencia de los disparos y los impactos causados a las diferentes víctimas. Estudia la historia de los conflictos a partir de la detallada descripción de elementos encontrados en el lugar del crimen, como los cartuchos, balas y los rasgos de los diferentes suelos que se hallan en el área, se pueden resolver cuestiones que son muy importantes para intentar reivindicar la justicia.

El análisis balístico requiere un examen tanto de las características macroscópicas visibles en la escena del crimen como de las micro características que requieren equipo especializado. De esta manera, es posible determinar qué clase de armas de fuego se utilizó, su potencia, características y marcas indicativas de otras armas que se relacionan con diferentes escenas del crimen. El trabajo de los expertos balísticos es crucial para revelar la verdad y proporcionar justicia en casos donde las armas de fuego son fundamentales para la historia.

Como resultado, se presenta una escena del crimen en la que las víctimas han sido asesinadas utilizando varios tipos de armas. El objetivo es evaluar las pistas presentes en el sitio e intentar determinar las armas utilizadas y cómo fueron disparadas. Para hacer esto, se debe tener en cuenta la posición de las víctimas en relación con las heridas por disparo, la posible posición del arma, los agujeros de bala y el ángulo de las balas en el cartucho.

Análisis de la Escena

- **Ubicación de las víctimas:** La escena representa un conjunto de víctimas, cada una de las cuales se presenta en una posición diferente dentro de la habitación. Las víctimas tienen heridas de bala en diversas partes del cuerpo, lo que hace pensar que algunos disparos han tenido lugar desde distintas direcciones; incluso, en algunos casos, podría haber la posibilidad que los disparos procediesen desde diferentes distancias.
- **Disparos realizados:** Se encuentran evidencias de disparos de armas de fuego de varios calibres. Los casquillos dejados en el suelo indican que fueron utilizadas diferentes armas. Algunos casquillos tienen marcas específicas que permiten identificar la marca del arma que los disparó, mientras que otros presentan marcas irregulares que podrían corresponder a armas no habituales.
- **Armas halladas:** Se encuentran las armas, las cuales están en las manos de las víctimas y han sido halladas en distintos puntos de la escena. Cada una de las armas tiene características particulares que pueden ayudar a su identificación.

Desafío Planteado

1. **Identificación de las armas:** A partir de los casquillos y proyectiles encontrados, se deben identificar las armas que fueron utilizadas en la escena del crimen. -Esto se logra analizando las huellas dejadas en los casquillos y proyectiles, como las estrías en balas y marcas percutivas de los casquillos.
2. **Clasificación de las armas:** No todas las armas son iguales, y cada tipo deja huellas particulares. Se debe determinar la clase de cada arma empleada, así como el tipo de proyectil utilizado (por ejemplo, bala de plomo, punta hueca, etc.). -Cada tipo de arma tendrá características que influirán en la naturaleza de la herida y el impacto en las víctimas.
3. **Identificación de marcas en los casquillos y proyectiles:** Los casquillos de bala ubicados en la escena de los hechos tienen marcas únicas para cada arma, que

corresponden al impacto del mecanismo de disparo. Además, las balas muestran estrías que podrían vincularlas a un arma de fuego en particular. Estas marcas deben ser verificadas con bases de datos balísticas existentes o realizar pruebas comparativas para establecer el arma.

4. **Determinación del orden de los disparos:** Estudiar el recorrido de las balas y la distribución espacial de los casquillos de bala ayuda a reconstruir los hechos. Se podría formar la hipótesis de múltiples tiradores o tiradores individuales en diferentes momentos si los casquillos están dispersos de manera aleatoria o si algunos proyectiles aún están perdidos.

Métodos y Técnicas de Identificación

1. **Examen de los casquillos y proyectiles:** Los cartuchos y proyectiles que fueron recuperados en el lugar de los hechos brindan una huella relevante sobre el artefacto destructivo que se usó. Cada clase de arma deja una marca que se distingue en el casquillo y el proyectil y que puede ser visto en un microscopio comparador de balística.
2. **Análisis de las trayectorias de las balas:** Los investigadores pueden usar las trayectorias de las balas para determinar desde qué dirección fueron disparadas. Esto ayuda a situar al tirador y a comprender mejor la secuencia de los disparos. Si se encuentran agujeros en las paredes o en los objetos cercanos, se puede estimar la posición de las víctimas y del tirador.
3. **Uso de la tecnología balística forense:** Los sistemas de identificación balística permiten el almacenamiento y recuperación de imágenes de las marcas en balas y cartuchos, ayudando a la comparación con otros casos e identificar las armas empleadas en crímenes anteriores.

Determinar las armas de fuego a través de las huellas es una tarea ardua pero importante en la investigación. Con la balística forense, ahora es posible no solo identificar las armas, sino también reconstruir aspectos vitales del crimen, como la secuencia cronológica de los disparos,

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

la posición del tirador y las lesiones específicas infligidas a las víctimas. Por lo tanto, mediante la identificación de estrías en los cartuchos y las balas, y la reconstrucción de sus trayectorias, los investigadores pueden determinar con mayor precisión lo que ocurrió durante la escena, lo que puede ser crucial para resolver el caso.

1. Describe con claridad una pistola, un revolver, un arma larga monoproyectil, un arma larga multiproyectil y un arma larga manipulada.

Pistola	Un arma de fuego compacta diseñada para ser utilizada con una sola mano. Usualmente, cuenta con un cañón breve y está concebida para emplear cartuchos automáticos. <i>(Británica)</i>	
Revólver	Una clase de pistola distintiva por un tambor rotatorio que alberga varias cámaras para los cartuchos. Tras cada disparo, el tambor se mueve para posicionar la siguiente cámara frente al cañón. <i>(Británica)</i>	
Arma larga monoproyectil	Una clase de arma de fuego con cañón largo, diseñada para disparar un solo proyectil con cada acción del gatillo. Ejemplos típicos incluyen rifles de cerrojo, rifles de cerrojo recto y rifles de palanca. <i>(Británica)</i> .	
Arma larga multiproyectil	Una clase de arma de fuego con cañón largo, creada para lanzar varios proyectiles con cada acción del gatillo. Ejemplos de estas son las escopetas y los fusiles de asalto, que pueden disparar en modo automático o semiautomático. <i>(Británica)</i> .	
Arma larga manipulada	Las armas largas modificadas son versiones adaptadas de las armas largas tradicionales, consistentes en reducir la longitud de su cañón, guardamanos y/o culatín, con el objetivo de hacerlas más compactas y maniobrables en espacios reducidos, como en enfrentamientos a corta distancia, dentro de vehículos o para facilitar su ocultamiento y transporte. Las principales armas largas alteradas mediante el acorte de su cañón incluyen la escopeta recortada, la pistola recortada, el rifle recortado, el subfusil recortado y el denominado pistolón sin culata. <i>(Británica)</i>	

Tabla 5

2. Distingue y describe las diferencias entre marcas de clase y marcas de identidad y describe cuales de ellas se encuentran en el casquillo y cuales en el proyectil.

- ✚ Las diferencias entre las marcas de clase y las marcas de identidad son las siguientes:

Marcas de clase: Indican el tipo, categoría, o modelo del arma que se utiliza. Detectan rasgos generales del arma, tales como la marca de la uña de extracción, las marcas de rayado del proyectil al atravesar el ánima, la cantidad y la ubicación de las estrías, entre otros. Estas marcas se encuentran presentes en distintos modelos de arma, lo que facilita su vinculación a una categoría determinada de armas (Montero, 2014)

Marcas de identidad: Son aquellas que permiten identificar de manera exclusiva a un arma en particular, sin importar su marca o modelo. Estas marcas son características de un arma individual y pueden ser producto de su utilización, mantenimiento o particularidades de su producción. No son reproducibles en otros armamentos del mismo modelo y pueden contener residuos de metal en el cañón, así como puntos de óxido, daños ocasionados por herramientas durante la fabricación o manipulación, entre otras (Montero, 2014)

- ✚ Respecto a su localización en el casquillo y el proyectil:

Marcas de clase en el casquillo: Son aquellas que se originan por la acción de la aguja percutora en el fuego central, la percusión en el fuego anular, las huellas dejadas por la culata de cierre, la uña extractora o el tope de expulsión. Estas marcas son repetitivas y pueden asociarse con el tipo y modelo de arma utilizada. (Montero, 2014)

Ilustración 4



Marcas de identidad en el proyectil: Incluyen huellas de las estrías del cañón (marcas similares) y otras lesiones específicas de un arma en particular, como restos de metal, óxido o daños particulares causados por herramientas durante el uso o elaboración del arma. Estas marcas son exclusivas de cada arma y no se replican en otras del mismo modelo. (Montero, 2014)



Ilustración 5

3. Describe las armas que portan cada uno de los finados (las 4) y clasifica el tipo de arma.

FINADO N° 1: Posición (decúbito supino):
 Porta: pistola semiautomática. Se observan dos impactos en la parte delantera del torso, de calibre 38 mm. El individuo porta un arma de fuego con capacidad para 5 cartuchos menos. A la altura de la cabeza, específicamente en su lado derecho, se encuentran 5 casquillos de 9 milímetros.

FINADO N° 2: Posición (decúbito lateral):
 Porta: escopeta recortada, con cañón corto. Se observan dos impactos en la cabeza, de calibre 9 mm Parabellum. Sostiene en su mano un arma de fuego aparentemente alterada, con dos cartuchos de calibre 12 mm sin percutir dentro de los cañones.

FINADO N° 3: Posición (decúbito prono):
 Porta: revólver. Tras el análisis pertinente, se observan tres impactos en la espalda, de calibre 9 mm Parabellum. Considerando los impactos previos y su relación con la escena, se destaca un impacto a la altura de la cintura, el cual podría haber sido causado por proyectiles múltiples debido a su tamaño. En el examen también se observa que sostiene un arma de fuego que ha sido disparada en dos ocasiones.

FINADO N° 4: Posición (decúbito prono):
 Porta: escopeta de cañón largo. Tras el análisis correspondiente, se encuentra debajo del cuerpo un arma larga de dos cañones. Al observar el cuerpo y en relación con su lado derecho, se localizan tres vainas de cartuchos de 12 mm. El cadáver presenta una destrucción total del cráneo debido a la explosión, lo que sugiere que el proyectil que causó el daño es de gran calibre y de alta velocidad.

El finado N° 4: fue alcanzado por un disparo de un arma de 38 mm.
 El finado N° 2: recibió disparos en la cabeza de un arma de 9 mm Parabellum.
 El finado N° 3: fue impactado por proyectiles de 9 mm Parabellum y uno de mayor calibre.
 El finado N° 4: debido a la destrucción del cráneo, fue golpeado por un proyectil de gran calibre.

Ilustración 6

4. Describe el tipo de arma de fuego que podría faltar en la escena (la 5ª)

Considerando las armas encontradas, que incluyen una pistola, una escopeta recortada, un revólver y una escopeta de dos cañones, y teniendo en cuenta los impactos de proyectiles múltiples y de gran calibre a alta velocidad, la quinta arma podría ser la siguiente:

Arma larga monoproyectil: Dado el daño severo al cráneo del fallecido N° 4 por un proyectil de gran calibre a alta velocidad, es posible que la quinta arma sea un rifle de alta potencia, capaz de disparar proyectiles de gran calibre a larga distancia con alta precisión. Esta arma parece faltar en la escena y podría haber sido utilizada por un quinto implicado en el crimen.

Ilustración 7

5. En la escena que nos ocupa, ¿solo intervienen los cuatro finados o interviene un quinto?

Es concebible deducir y tener en cuenta la probabilidad de que el fallecido n° 4 recibiera un disparo de un quinto individuo que portaba un arma de fuego tipo escopeta cargada con cartuchos de un solo proyectil, que podrían ser perdigones o cartuchos de escopeta. Es posible determinar que se utilizó un cartucho potente, y este tipo de cartucho podría reconocerse y examinarse en la autopsia para evaluar la trayectoria del disparo. Aunque a primera vista parezca que sólo estuvieron implicadas cuatro personas fallecidas, si se descubren pruebas adicionales que lo corroboren, como un arma que no pertenecía a ninguno de los fallecidos, testimonios que mencionen a otra persona o análisis forenses que apunten a la implicación de otra persona, la investigación puede descubrir la presencia de una quinta persona. Cuando interviene un quinto implicado, es imprescindible tener en cuenta lo siguiente.

Análisis forense del arma y los proyectiles: Investigar las trayectorias de las balas, contar el número de disparos realizados y verificar con las armas recuperadas puede determinar si se utilizó más de un arma de fuego, lo que indicaría la posible participación de varias personas.

Análisis de la escena del crimen: En el lugar del incidente, la ubicación de las víctimas, así como cualquier otro elemento, pista o rastro, pueden proporcionar información relevante sobre la dinámica de lo que ocurrió.

Evidencia física: Esto incluye huellas dactilares, restos de ADN, casquillos de bala, residuos de disparo en las manos de los sospechosos, entre otros. Esta evidencia puede ayudar a determinar cuántas personas estuvieron presentes en la escena y manipularon las armas.

6. Dibuja la escena.

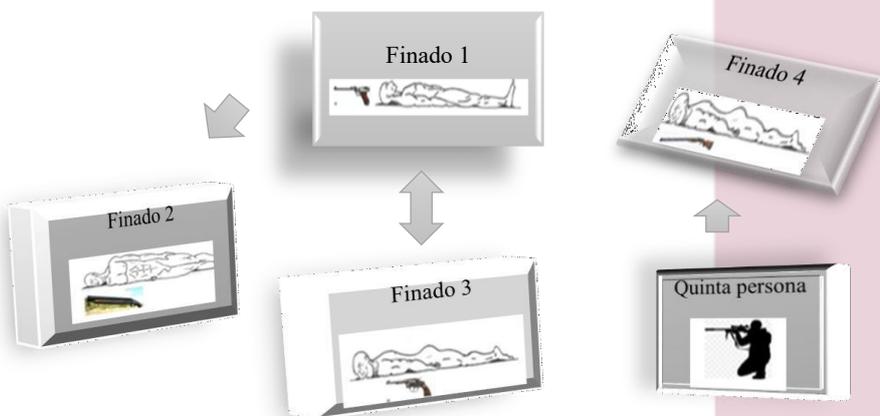


Ilustración 8

7. Intenta adivinar el orden de los disparos.

Basándonos en los datos proporcionados, el orden de los disparos podría ser: Finado N° 1: dispara contra Finado N° 2. Finado N° 3: dispara contra Finado N° 4. Finado N° 4: dispara contra Finado N° 3.

Siendo el resultado de los disparos en las personas encontradas en la escena:

Finado N° 1: Recibió dos disparos en la parte frontal del torso, de calibre 38 mm Finado N° 2:

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Recibió dos disparos en la cabeza, de calibre 9 mm Parabellum Finado N° 3: Recibió tres disparos en la espalda e impactos de proyectiles múltiples en la cintura, de calibre 9 mm Parabellum. Finado N° 4: Presenta estallido del cráneo completo, esto sugiere que recibió un disparo de un proyectil de calibre grueso a una velocidad muy elevada. Finado N° 4: se da cuenta de la quinta persona, toma su escopeta y realiza dos disparos que se desconoce dónde impactaron y es abatido por la quinta persona.

TEMA 3: IDENTIFICACIÓN DE LAS DISTANCIAS DE DISPARO

En el contexto de las investigaciones sobre armas de fuego, como parte de la reconstrucción de la escena del crimen y la elaboración de perfiles de los perpetradores, estimar la distancia desde la cual se disparó es vital. La precisión de la estimación de la medición de la distancia puede, de hecho, influir en gran medida en el resultado del caso.

Importancia:

- **Definir la intencionalidad:** Un rango aproximado de la distancia del disparo puede ayudar a distinguir entre un intento de asesinato y un homicidio no intencional.
- **Identificación del tirador:** El esparcimiento de los perdigones a diferentes distancias de anillo puede proporcionar información sobre el arma en cuestión y, posteriormente, sobre el tirador.
- **Verificación de los testimonios:** La evaluación de la distancia de disparo puede confirmar o refutar las declaraciones que los testigos presenciales hicieron sobre la ubicación del crimen.
- **Precisión en la reconstrucción de la escena:** La información sobre el rango desde el cual se disparó ayuda a proporcionar un mejor análisis de la secuencia de acciones y posiciones de los participantes.

Existen diferentes enfoques que se pueden utilizar y cada uno de ellos tiene algunas limitaciones al evaluar una distancia de disparo.

Métodos para determinar la distancia de disparo:

1. **Análisis del patrón de los disparos:** Este proceso examina cómo se distribuyen los perdigones en el objetivo con el fin de calcular la distancia. Además, es una estrategia imprecisa que depende en gran medida de la habilidad del investigador.
2. **Análisis de residuos de pólvora:** Se examinan las pruebas de pólvora encontradas en la víctima o en otras zonas del crimen para determinar si el disparo se efectuó cerca o lejos.
3. **Pruebas en laboratorio:** Para determinar la distancia a la que se registra la mayor dispersión de perdigones, se realizan pruebas con armas de fuego comparables a las utilizadas en el delito. Lleva tiempo completar este proceso.

Relevancia de la distancia de disparo:

Establecer la distancia de disparo es importante por varias razones:

- **Reconstrucción de los hechos:**
 - Estudiar la bala permite reconstruir los hechos, saber dónde estuvo ubicada la víctima y del tirador, el orden en que se dispararon los tiros y la probable trayectoria de la bala.
 - Es importante para comprobar los testimonios de testigos.
 - La distancia también puede determinar si el disparo fue realizado intencionalmente, accidentalmente o en defensa propia.
- **Identificación del arma:**
 - El tipo de arma utilizada puede deducirse del patrón de pólvora y otros materiales en la herida de entrada.
 - La longitud del cañón del arma utilizada se puede determinar conociendo la

distancia de disparo.

- **Análisis de las lesiones:**

- La gravedad de las lesiones y la presencia de quemaduras o rastros de pólvora pueden indicar cuán cerca se disparó el tiro.
- La destrucción de la ropa y otros objetos en las cercanías también ayuda a indicar la distancia desde la cual se disparó el tiro.

- **Determinación de la causa de la muerte:**

- Para determinar si una persona murió por herida de bala o por otro motivo, es esencial analizar la trayectoria de la bala y las características del disparo en sí.
- En determinadas situaciones, la distancia del disparo puede ser muy importante para identificar si se trata de un suicidio o de una ejecución.

- **Métodos para determinar la distancia del disparo:**

- **Método del tatuaje:** Se basa en la observación de los residuos de pólvora y otros compuestos que quedan depositados en la piel en el lugar de la herida de entrada.
- **Método del cono de dispersión:** Se analiza la forma y el radio de dispersión de los perdigones, especialmente en disparos de escopeta.
- **Método de la quemadura:** Consiste en estudiar la extensión de la quemadura alrededor del orificio de entrada de la bala.
- **Método del ahumado:** Se realiza un examen detallado de la presencia de hollín alrededor del orificio de entrada del proyectil.
- **Telemetría:** Se utiliza un telémetro láser para medir la distancia entre el tirador y la víctima, proporcionando una medición precisa.

La capacidad de estimar con precisión el rango de los disparos es importante en la investigación criminalística. Al emplear métodos sofisticados y eficientes, los investigadores pueden obtener información invaluable que ayuda a reconstruir el evento, identificar el arma utilizada y, en última instancia, resolver casos de homicidio y disparos. La integración de estas técnicas mejora las habilidades de los investigadores para deducir los crímenes y brindar justicia a las víctimas.

1. Distinga entre armas subsónicas y supersónicas y ponga un ejemplo de 2 calibres comunes para cada una de ellas.

a. Arma Subsónica:

Definición

Se refiere a cualquier clase de arma que dispara proyectiles a una velocidad inferior a la del sonido, que es de 343 metros por segundo (1,235 km/h o 767 mph), considerando condiciones normales en el nivel del mar y en circunstancias atmosféricas estándar. **Fuente especificada no válida.**

Ejemplos

- ✚ El rifle Remington 700, cargado con munición subsónica .300 Blackout (7.62×35mm) y un silenciador, es frecuentemente empleado en operaciones de francotirador o en misiones de inteligencia especial, donde la discreción es fundamental.
- ✚ .45 ACP y 9×39mm.



Ilustración 9

b. Arma Supersónica:

Definición

Son aquellas en las que los proyectiles son disparados a velocidades superiores a la del sonido en el aire, es decir, a más de 343 metros por segundo a nivel del mar en condiciones atmosféricas normales. Este tipo de armamento abarca una variedad de sistemas, que van desde determinados tipos de armas de fuego hasta misiles de alta tecnología (Ortíz, 2020).

Ejemplos

- ✚ La Armas de Fuego de Alta Velocidad: El Rifle 338 Lapua Magnum, un fusil de francotirador de origen francés, mantiene una velocidad supersónica al ser disparado, alcanzando distancias de hasta 1.500 metros, dependiendo del tipo de munición empleada y las condiciones meteorológicas en el momento del disparo.
- ✚ Misiles de Crucero y Misiles Balísticos: Se desplazan a velocidades supersónicas para evitar ser interceptados y garantizar una llegada rápida al objetivo. Algunos de estos misiles incluso alcanzan velocidades hipersónicas, es decir, superiores a Mach 5 y Mach 6.



Ilustración 10

2. Podríamos afirmar que el impacto biológico del proyectil se basará en la cavitación (hueco que genera el calibre al chocar con el tejido blanco, cavidad temporal), no únicamente en la trayectoria, sino también en la transferencia de energías. Establezca qué impacto van a generar las velocidades siguientes en una víctima: Velocidades de 36 m/seg, 61 m/seg, 122 m/seg, de más de 600 m/seg o más de 800 m/seg y determine las velocidades de salida de la boca de fuego de proyectiles de armas cortas y largas.

La cavitación puede alterar significativamente el impacto de una bala en el tejido humano. Este fenómeno describe cómo una bala de alta velocidad que impacta en un tejido provoca la formación de un hueco o vacío. La cavitación puede causar daños considerables en los tejidos circundantes, mucho más allá de la trayectoria directa del proyectil.

Junto con la energía cinética del proyectil y la energía producida durante la formación de la cavidad, la energía impartida a los tejidos durante el impacto puede dañar gravemente órganos y tejidos. Así pues, un factor determinante de la gravedad de las heridas es la cantidad de energía transferida y cómo se distribuye a través de la cavitación.

Otros factores, como el tipo de proyectil, el calibre, la forma, la velocidad y la densidad y resistencia del tejido impactado, también pueden influir en el impacto biológico de un proyectil, además de la cavitación. Sin embargo, la cavitación es un factor crucial a tener en cuenta, ya que puede intensificar los efectos del impacto y aumentar considerablemente la severidad de las lesiones (Payne-James, 2016)

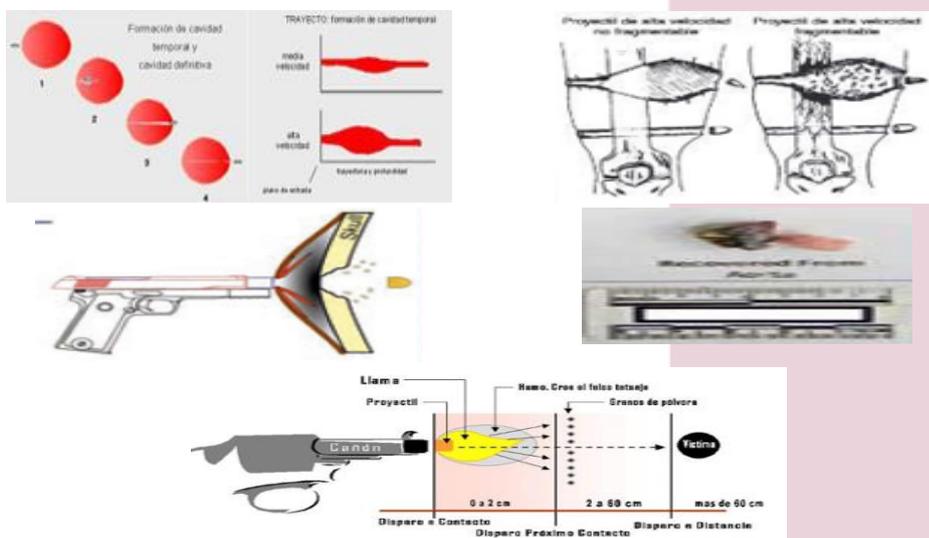


Ilustración 11

Defina qué efectos van a producir las velocidades siguientes sobre una víctima:

Velocidad de 36 m/seg: Sobrepasan la piel humana.

Velocidad de 61 m/seg: Sobrepasan las costillas o cráneo.

Velocidad de 122 m/seg: Se considera la velocidad mínima y mortal.

Velocidad de más de 600 m/seg o más de 800 m/seg: aparece el efecto hidrodinámico en tejidos y la muerte es inmediata al choque.

Con lo antes mencionado aproximadamente las velocidades de salida son:

✚ De Armas cortas: alcanzan velocidades de 200 a 400 m/s.

✚ De Armas largas: alcanzan velocidades de 400 a 1200 m/s.

Ilustración 12

3. Describa de forma breve en que consiste el poder de perforación, penetración y parada o detención de un proyectil.

CAPACIDAD DE PERFORACIÓN.- Hace referencia a su habilidad para atravesar materiales, como diversos tipos de blindaje o barreras físicas. Este poder dependerá también de las características del proyectil, siendo los más comunes los de **blindaje, semblindado y plomo desnudo.**

CAPACIDAD DE PENETRACIÓN. - Está relacionada con la habilidad del proyectil para alcanzar una determinada profundidad en el objetivo tras el impacto. Cuanto más blando sea el blanco, mayor será la capacidad de penetración, pudiendo incluso conservar parte de su energía.

PODER DE DETENCIÓN O CAPACIDAD DE PARADA. - Se refiere a la habilidad del proyectil para transferir energía al objetivo, provocando daños suficientes para **inmovilizarlo, detener su avance** o causar su **muerte.** Esto depende de factores como la **energía cinética** del proyectil, su **forma, masa y velocidad**, así como las características del objetivo, como su constitución física y la ubicación del impacto.

Ilustración 13

4. La distancia de disparo se puede resolver con mayor o menor precisión, en base al estudio de las características presentadas por el orificio de entrada, defina cuál es la distancia de esta clase de disparos: a.- A bocajarro o boca de jarro; b.- A quemarropa; c.- A corta distancia; d.- A larga distancia:

<p><i>A boca de jarro o bocajarro</i></p> 	<p>El disparo se efectúa con el arma en contacto directo con la piel, dejando un círculo de humo alrededor del punto de entrada. Esta distancia es sumamente reducida. (Villanueva, 2020)</p>
<p><i>A quemarropa</i></p> 	<p>Son disparos que ocurren a una distancia inferior a 30 cm, dentro del alcance de la llama. El orificio de entrada tiene forma circular u ovalada y está rodeado por un anillo de contusión con un borde limpio, acompañado de quemaduras por la llama, lo que hace que la piel se vea apergaminada de un tono oscuro o amarillento. Todos estos son signos de un disparo a corta distancia, no superior al alcance de la llama, y con un tatuaje marcado, ennegrecido si se utiliza pólvora negra, o con partículas amarillas o verdosas en la piel si se emplea pólvora piroxilada. (Villanueva, 2020)</p>
<p><i>A corta distancia</i></p> 	<p>Los disparos se realizan a una distancia mayor que el quemarropa, pero aún se proyectan partículas que forman el tatuaje (entre 30 cm y 1 m). En este tipo de disparos, se puede comprobar la presencia de los elementos principales del tatuaje, que son el ahumamiento y los granos de pólvora, al examinar el orificio de entrada. Aunque tiene características similares a un disparo a quemarropa, no presenta la misma forma ni los efectos causados por la llama. Para determinar la distancia del disparo, se emplea la misma arma y se realizan pruebas a distintas distancias para comparar los resultados. (Villanueva, 2020)</p>
<p><i>A larga distancia</i></p> 	<p>Son disparos realizados a más de 1 metro, que corresponden a la máxima distancia de alcance del arma. No se observa la presencia del tatuaje, pero se puede identificar un orificio de entrada de forma circular u ovalada, acompañado de un anillo de contusión y un borde limpio. (Villanueva, 2020)</p>

Tabla 6

5. Describe la distancia de disparo de cada finado.

Finado 1: a larga distancia, ya que ambos impactos presentan marcas contusas; uno sin borde limpio y el otro con borde limpio, lo que sugiere que este último pudo haber atravesado alguna superficie, aunque no se ha determinado cuál, y podría corresponder a uno de los fallecidos.

Finado 3: a corta distancia, ya que se observa ahumamiento en el orificio de entrada, con una distancia estimada entre 30 cm y 1 m.

Finado 2: a cañón tocante, es un orificio a cañón tocante en donde el calibre coincide con un multi proyectil y genera un anillo de humo alrededor, pero no genera deshidratación de la piel ni quemadura es decir a quema ropa.

Finado 4: a quemarropa, presenta tres orificios de entrada con bordes limpios, heridas de tonalidad amarillenta, un tatuaje denso y la piel apergaminada, características típicas de este tipo de disparo.

Finado 5: a corta distancia, ya que muestra ahumamiento en el orificio de entrada, pero sin los signos de piel apergaminada que son comunes en los disparos a quemarropa.

Ilustración 14

6. Describe el tipo de arma de fuego que puede haber producido estos efectos.

- ✚ Finado 1: Las lesiones observadas fueron causadas por el disparo de una pistola de 9 mm, que podría ser una pistola semiautomática, un arma de fuego que se recarga automáticamente tras cada disparo y que solo permite un disparo cada vez que se acciona el gatillo. Ejemplo: La M1911 es una pistola semiautomática de acción simple, alimentada por cargador, operada por retroceso directo, y dispara el cartucho .45 ACP.
- ✚ Finado 2: Las lesiones observadas fueron causadas por el disparo de una escopeta, un arma de fuego que se recarga automáticamente después de cada disparo mediante un mecanismo activado por el tirador, quien introduce un cartucho previamente colocado en el depósito de municiones. Se recibe impacto del calibre 12 a cañón tocante.
- ✚ Finado 3: Las lesiones observadas fueron causadas por el disparo de una pistola de 9 mm, que podría ser una pistola semiautomática, un arma de fuego que se recarga automáticamente tras cada disparo y que solo permite un disparo cada vez que se acciona el gatillo. Ejemplo: La M1911 es una pistola semiautomática de acción simple, alimentada por cargador, operada por retroceso directo, y dispara el cartucho .45 ACP.
- ✚ Finado 4: Las lesiones examinadas fueron producidas por el disparo de un revólver calibre .38, que es un arma de fuego con un cilindro ligeramente más grande que los revólveres tradicionales, con siete cartuchos. Sus dimensiones y peso son menores que los de los revólveres convencionales, lo que permite el porte oculto.
- ✚ Finado 5: Las lesiones observadas fueron infligidas por un disparo de pistola de 9 mm, que podría ser una pistola automática, un arma de fuego que se recarga automáticamente después de cada disparo y permite que se disparen múltiples disparos secuenciales mientras se mantiene presionado el gatillo. Ejemplo: Las pistolas de tipo Glock emplean un mecanismo de percutor lanzado mediante remontaje, un sistema de disparo de doble acción, y usan la munición 9×19 mm Parabellum.

Ilustración 15

7. En la escena que nos ocupa, solo intervienen los cinco finados o interviene un sexto.

En el lugar de los hechos se hallaron 5 víctimas, cada una de las cuales portaba un arma, encontrándose a diferentes distancias entre sí.

En la escena se localizaron 8 casquillos, 3 de los cuales eran de calibre .38 Special (9×29 mmR) y 5 de 9 mm (9×19 mm).

Además, se identificó la intervención de una sexta persona, ya que al finado N° 2 le disparó alguien que no estaba presente en el lugar. Esto se deduce porque la víctima presenta una herida contusa por bala, cuyo calibre no se pudo determinar con precisión (aproximadamente 18,53 mm), lo que coincide con el uso de una escopeta que no se encontraba en la escena. Por lo tanto, se trata de un arma no manipulada en el lugar.

8. Dibuja la escena con precisión y claridad forense.

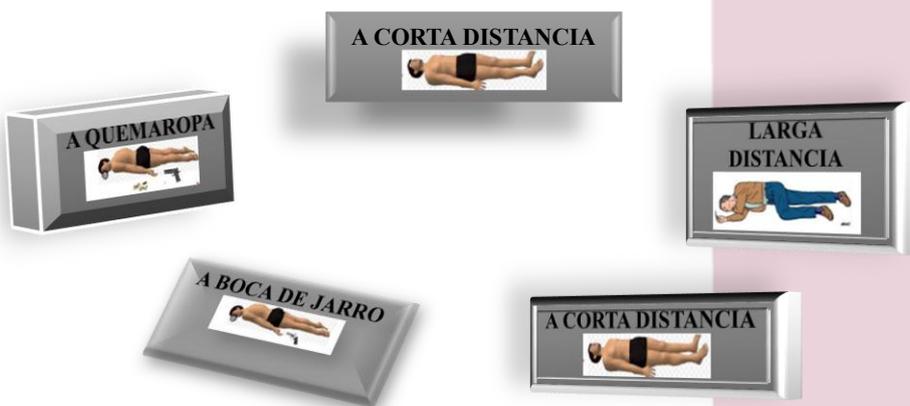


Ilustración 16

9. Defina el orden de los disparos.

- ✚ Finado N° 1 dispara al finado N° 3.
- ✚ Finado N° 3 dispara al finado N° 4
- ✚ Finado N° 4 le dispara al finado N° 5

Al finado N° 2 le dispara una sexta persona.

Siendo el resultado de los disparos en las personas que se encontraban en la escena:

FINADO N° 1
Posición Decúbito lateral, presenta dos impactos por paso de proyectil en el costado con características de forma circular de unos 9 mm de diámetro, tiene un anillo contuso en ambas, una de ellas está sin cerco de limpieza y la otra con cerco de limpieza, presentan ausencia de tatuaje.
FINADO N° 2
Posición Decúbito prono, presenta una herida contusa de bala, en la que no podemos observar la dimensión del calibre (unos 18,53 mm aprox.), presenta las características en forma estrellada y un anillo de humo que se encuentra alrededor del orificio.
FINADO N° 3
Posición Decúbito supino, presenta un impacto de proyectil en la zona parietal derecho con un anillo de ahumamiento en su orificio de entrada de 9mm.
FINADO N° 4
Posición Decúbito prono, presenta 3 orificios de entrada a la altura del torso de forma ovalada con anillo de contusión y un cerco de limpieza. Una de las heridas se encuentra ubicada a la altura del tejido superficial y las otras dos heridas presentan partículas amarillentas y un tatuaje profundo y piel apergaminada.
FINADO N° 5
Posición Decúbito supino que presenta en el orificio de entrada, con presencia y características de ahumamiento y pequeños granos de pólvora, pero sin presencia de apergaminamiento en la piel.

Tabla 7

TEMA 4 BALÍSTICA FORENSE: HERRAMIENTA CLAVE EN LA INVESTIGACIÓN Y PRUEBA DE DELITOS

Introducción

El estudio de **armas de fuego**, su **clasificación**, piezas, elementos constitutivos, municiones y **potencial letal**, entre otros aspectos de la **balística forense**, cumple una función clave en la **prevención y combate del delito**, especialmente en lo referente al **terrorismo y al crimen organizado**. Esta investigación tiene como finalidad **presentar los fundamentos teóricos y conceptuales** que intervienen en el proceso de **indagación de hechos delictivos** donde se comprueba o se presume el uso de un arma de fuego, aspectos que se han consolidado a lo largo del tiempo dentro de la especialidad de la balística y que resultan imprescindibles para los **profesionales involucrados en el ámbito penal**.

El estudio de crímenes vinculados al uso de armas de fuego en Ecuador se ha convertido en una necesidad urgente debido al incremento de los **índices de violencia** registrado entre los años 2020 y 2024. En ese sentido, los conocimientos teóricos alcanzados se constituyen en una herramienta esencial en el enfrentamiento a la criminalidad. Para la elaboración de este estudio se aplicaron diversos **métodos científicos**, tales como el análisis y la síntesis, la inducción y deducción, así como los enfoques de lo abstracto a lo concreto y viceversa, entre otros procedimientos metodológicos.

Como conclusión, se recomienda a los **agentes investigadores, peritos balísticos, especialistas en medicina legal** y demás actores que forman parte del “**Sistema Especializado Integral de Investigación, de Medicina Legal y Ciencias Forenses**”, que fortalezcan su formación profesional mediante **procesos de capacitación** orientados a los temas aquí tratados.

Desarrollo

La balística forense constituye una disciplina auxiliar de la Criminalística que se enfoca en analizar las evidencias generadas por el uso de armas de fuego en eventos que podrían tener implicaciones delictivas. Según (Olivo, 2022), esta ciencia se define como “una especialidad forense que se encarga de investigar la trayectoria y el impacto de los proyectiles disparados por armas de fuego, tanto en cuerpos humanos como en objetos materiales” (p. 122).

Esta rama forense combina elementos de la balística general con principios de criminalística, centrándose en el análisis de armas de fuego, municiones y los efectos causados por su utilización. Entre los aspectos considerados se incluyen el recorrido de los proyectiles, la identificación de orificios de entrada y salida, la distancia desde la cual se efectuaron los disparos, el cotejo de proyectiles y casquillos, y la dirección desde donde se realizaron los tiros, así como cualquier otro indicio que pueda ser relevante para esclarecer un delito relacionado con armas de fuego (Alarcon, 2018).

Los indicios balísticos pueden hallarse en el escenario donde ocurrió el crimen, sobre la ropa o pertenencias de las víctimas, o en zonas cercanas al lugar de los hechos. Entre las pruebas que pueden recolectarse se encuentran residuos de pólvora, partículas del fulminante, casquillos, proyectiles y las propias armas involucradas. Asimismo, la balística examina los daños provocados por los impactos tanto en las víctimas como en los objetos del entorno, con el propósito de determinar cómo se cometió el hecho delictivo y qué participación tuvo cada persona en el mismo. Este tipo de análisis no solo es útil para identificar al posible autor del crimen, sino también, en muchos casos, para reconocer a víctimas cuya identidad es desconocida al inicio de la investigación.

A pesar de que las armas de fuego se producen en serie, cada una deja marcas únicas al disparar, comparables a las huellas dactilares. Tanto en el proyectil como en el casquillo quedan impresiones generadas por los mecanismos del arma, las cuales, aunque similares entre modelos

de un mismo tipo y marca, nunca son idénticas. Por ejemplo, en la vaina se pueden encontrar señales producidas por la recámara, la aguja percutora o el sistema de alimentación del arma; mientras que en el proyectil quedan impresas marcas debido a su paso por el ánima del cañón y las estrías que lo guían durante su trayecto.

Como se ha mencionado, estas marcas son distintas en cada arma, conocimiento que hoy en día es bien comprendido por los expertos en criminalística, pero que no siempre fue así. Fue en 1835 cuando, en Londres, se realizó por primera vez un análisis exitoso de un proyectil extraído de una víctima para vincularlo con el arma homicida (Hernández, 2005).

Posteriormente, en Alemania, se llevaron a cabo investigaciones con ciertos conocimientos balísticos hasta que, en 1917, el estadounidense Charles E. Waite hizo contribuciones significativas al campo de la balística forense. Su trabajo proporcionó rigor científico a la disciplina, permitiendo determinar con certeza qué arma se utilizó en un acto delictivo (Alarcon, 2018).

En sus inicios, los dueños de armas solían elaborar sus propios proyectiles a partir de moldes y troqueles hechos a la medida. Esto le brindaba a cada una de las balas que fabricaban características especiales. Sin embargo, con el auge de la fabricación industrial, la individualización de proyectiles se volvió más compleja. No obstante, gracias a los modernos equipos de análisis comparativo, hoy en día es posible identificar con gran precisión el arma que disparó un determinado proyectil.

Dado el creciente número de armas de fuego, resulta imprescindible que las disciplinas que estudian su uso y participación en delitos sigan evolucionando en el plano teórico y práctico, incorporando continuamente nuevas tecnologías a los métodos de análisis criminalístico.

Las legislaciones no siempre coinciden en las categorizaciones de las armas de fuego. Algunas las categorizan respecto al uso (militar, civil, de caza), mientras que otras distinguen entre armas permitidas, restringidas, prohibidas o de uso común. También pueden clasificarse como armas cortas, largas, letales, no letales, convencionales o artesanales. Algunos organismos resaltan la importancia de estandarizar estas clasificaciones, al tiempo que subraya que existen características básicas que son comunes en cualquier arma de fuego (ONU, 2022).

En cuanto a su manejo, (Brito, 2000) indica que las armas se dividen en “largas” o “de hombro”, como los fusiles, carabinas y escopetas, que requieren ambas manos para su uso y se apoyan en el hombro del tirador, superando los 30 cm de longitud. En contraste, las “armas cortas”, también llamadas “de puño” o “de mano”, se operan con una sola mano y tienen una longitud igual o menor a 30 cm.

Según su mecanismo de funcionamiento, (Brito, 2000) clasifica las armas de fuego como “automáticas” (recargan y disparan de forma continua aprovechando la energía del disparo), “semiautomáticas” (requieren accionar el gatillo para cada disparo, aunque recargan automáticamente), y “manuales” o “mecánicas” (necesitan recarga manual tras cada disparo).

A estas categorías se suma la clasificación de la ONU: las armas de disparo único, que lanzan una sola bala por vez; las de ráfaga, que proyectan infinidad de disparos con cada presión del gatillo y se recargan solas; y las de repetición, que requieren una acción manual para recargar después de cada disparo (Organización de las Naciones Unidas, 2022).

Para una correcta evaluación en balística forense, es crucial conocer el funcionamiento de los componentes del arma. Esto incluye el sistema de alimentación que lleva la munición desde el cargador a la recámara, activa el martillo o aguja percutora, y extrae el casquillo luego del disparo.

El revólver, por ejemplo, es un arma corta que se recarga manualmente. Al girar su cilindro, este se alinea con el cañón y, con la presión del gatillo, el martillo es liberado, lo que produce el disparo. Los casquillos quedan en el cilindro hasta ser descargados de forma manual. En cambio, la pistola también es un arma de puño, pero funciona de forma semiautomática, recargando automáticamente al disparar, ya que el cartucho agotado es expulsado y una nueva munición se coloca en la recámara desde el cargador ubicado en la empuñadura (ONU, 2022).

La escopeta es un arma larga sin estrías, usada desde el hombro, que dispara múltiples proyectiles pequeños. Puede tener uno o dos cañones y puede funcionar de forma semiautomática o de repetición. El fusil o rifle, también de hombro, puede ser de tiro único, repetición, semiautomático o automático. Las carabinas son similares, pero con cañones más cortos. El fusil de asalto posee un mecanismo automático o semiautomático. Las ametralladoras, por su parte, pueden ser totalmente automáticas, disparando de forma continua sin necesidad de recarga manual.

Finalmente, existen armas hechas a mano o construidas de manera rudimentaria. Las primeras pueden incluir pistolas artesanales, escopetas o rifles de caza. Las últimas, por otro lado, son caseras y suelen utilizarse en actividades delictivas. Países como Ghana han establecido políticas para prohibir o intentar controlar su uso. Sus métodos de construcción particulares y los materiales variados dificultan estandarizar su funcionamiento, lo que plantea un desafío adicional en la investigación forense.

El **cañón**, es un componente fundamental en las armas de fuego el cual está constituido por una **recámara** donde se introduce el cartucho. El interior del cañón, denominado **ánima**, suele contar con **estrías helicoidales** que otorgan un **movimiento giratorio al proyectil**, facilitando así que atraviese el aire con mayor eficiencia. El espacio entre una estría y otra se conoce como **campo**. En el caso de las **escopetas**, sus cañones no presentan estrías, por lo que se consideran de **ánima lisa**. De acuerdo con (Santos, 2015), en un cañón sin estrías, los proyectiles se desplazan con mayor soltura.

Para comprender mejor como impactan los disparos en el cuerpo de las personas, es fundamental conocer los **calibres** más frecuentes hoy en día. El calibre representa el **diámetro interno del cañón**, medido entre las partes más prominentes (de cresta a cresta), lo cual determina el calibre del proyectil, permitiendo un ajuste perfecto que impide la fuga de gases producto de la combustión de la pólvora y garantiza el giro del proyectil impulsado por las estrías. Según (Echanique, 2021), el calibre es una medida aproximada del diámetro del proyectil y se expresa en **milímetros o pulgadas**. Sin embargo, el calibre por sí solo no permite identificar el arma usada, ya que múltiples armas (revólveres, pistolas, fusiles) pueden compartir la misma medida.

También es importante familiarizarse con algunas **características de los cartuchos o municiones** más comunes en la actualidad. (Echanique, 2021) afirma que el cartucho está compuesto por el **proyectil o perdigones, la carga propulsora, el fulminante y la vaina** (p. 4). Los cartuchos pueden contener un solo proyectil (lo más habitual) o múltiples, como ocurre con los usados en escopetas, que tienen una estructura particular.

Cada cartucho está formado por tres elementos principales: **la vaina, la pólvora y el proyectil**. En la base de la vaina se ubica el **fulminante**, que puede estar **centrado** (colocado en el centro del culote) o ser **anular** (ubicado en forma de anillo en el borde del culote). Actualmente, el sistema anular se utiliza solo en calibres muy pequeños. En el interior de la vaina se encuentra la **carga propulsora**, comúnmente de **nitrocelulosa**, aunque puede incluir otros compuestos químicos. En la parte superior, el proyectil está **firmemente ajustado**, siendo este el elemento que es impulsado hacia el objetivo mediante la presión de los gases generados por la explosión.

Los proyectiles presentan distintas características. Los conocidos como **desnudos** están hechos con una mezcla de plomo, antimonio y estaño, pudiendo tener un **baño de cobre** para mejorar su resistencia. Los **encamisados** están cubiertos por una **envoltura de latón**, lo que les otorga mayor dureza y capacidad de penetración. Los **semi-encamisados** o de **punta blanda**

tienen el núcleo recubierto parcialmente, dejando la **punta (ojiva)** al descubierto, fabricada en un material más maleable, que se deforma al impactar, aumentando el diámetro de la herida e intensificando el daño, gracias también al movimiento rotatorio proporcionado por las estrías (Sanler, 2017).

Respecto a su forma exterior, la existencia de proyectiles con punta aguzada, concebidos para reducir la resistencia que ofrece el aire, permitiendo la obtención de mayor velocidad y alcance. En opinión de (Oliverio, 2020), los proyectiles con punta redondeada o semiesférica aumentan la zona de contacto con el objetivo, transfiriendo mayor energía y produciendo un efecto de impacto con mayor efecto de choque y capacidad de derribo. Los proyectiles de punta plana o troncocónica, los cuales no poseen ojiva usual, tienen como objetivo causar un daño físico más severo en el cuerpo. También existen los proyectiles de **punta hueca**, con una cavidad en su parte frontal, que se deforman al hacer contacto con el objetivo, produciendo **lesiones internas más graves** (Arismendi, 2018).

Durante el uso del arma y el proceso del disparo, tanto las **vainas como los proyectiles** sufren **deformaciones únicas** que pueden ser analizadas para determinar si corresponden al arma sospechosa. A partir de los daños observados en el blanco, la balística forense puede establecer el **tipo de arma, cartucho y munición** empleada, la **distancia del disparo**, la **cantidad de impactos**, e incluso si el proyectil hallado coincide con una **arma específica** usada en el hecho investigado.

La balística también estudia el **proceso completo del disparo**, que inicia cuando se **activa el gatillo**, lo cual acciona el **percutor**, este golpea la **aguja percutora** que, al chocar con el fulminante, lo enciende generando una **chispa** que prende la pólvora en tan solo **milésimas de segundo**. Esta combustión eleva la temperatura dentro de la vaina hasta **3000 °C**, generando una **gran presión**. El punto más débil de la vaina es la unión con el proyectil, lo que permite que este sea expulsado con fuerza, recorriendo el **interior del cañón** mientras las

estrías le imprimen rotación, un movimiento que continúa incluso después de salir del arma (Hernández, 2019).

Por tanto, la labor de la balística forense es determinar si el proyectil recogido pertenece o no al arma implicada en los hechos, con el fin de esclarecer lo ocurrido y determinar responsabilidades. Este análisis se realiza a la inversa del disparo, es decir, **partiendo de las consecuencias observadas** en la víctima o en el entorno, para identificar con exactitud el arma, el tipo de munición, la distancia y ángulo de disparo, así como el posicionamiento del tirador. Además, se puede calcular el número de disparos y establecer un **vínculo directo entre el arma, el proyectil y el presunto autor**.

La balística forense se divide en tres ramas principales: **balística interior, balística exterior y balística terminal o de efecto**. Algunos autores, como Santamaría et al. (2015), suman una cuarta categoría llamada **balística identificativa**.

Según Fierro (2006), la **balística interior** estudia el comportamiento del proyectil **desde que el percutor impacta el fulminante hasta que el proyectil abandona el cañón** del arma. Se consideran aspectos como la **presión** ejercida sobre las paredes del ánima, la **velocidad alcanzada**, y si el cañón es **estriado o liso**. Guerrero, citado por Santamaría et al. (2015), define esta etapa como la que analiza todos los procesos que ocurren desde que se inicia el disparo hasta que la bala sale por la boca del cañón (p. 6). Las marcas internas dejadas en la vaina y el proyectil son cruciales para las investigaciones judiciales o policiales.

La balística exterior, según (Clavijo, 2013), comprende el trayecto de un proyectil (el proyectil en el aire) desde que sale del cañón de un arma hasta que llega a incidir sobre el objeto. Este tipo de balística hace tener en cuenta efectos que también modifican la dirección de la trayectoria, como la resistencia del aire o la gravedad. El momento en que se inicia el trayecto del proyectil constituye la velocidad inicial, el recorrido que efectúa el centro de gravedad del proyectil hasta que se para constituye la trayectoria exterior. Al principio, esta puede ser recta,

pero con el paso del tiempo, y debido a la gravedad y la fricción del aire, el proyectil pierde velocidad y comienza a describir una curva descendente hacia el suelo

La **balística terminal**, también conocida como **balística de efectos**, se ocupa de examinar el comportamiento del proyectil después de **impactar un cuerpo humano o un objeto**. Este análisis incluye tanto los efectos generales del impacto como las **deformaciones causadas por el proyectil** y la forma en que **transfiere su energía cinética** al cuerpo impactado, hasta que se detiene completamente. Desde una perspectiva forense, esta área adquiere gran importancia ya que permite estudiar las **lesiones provocadas en el cuerpo de la víctima**, como la trayectoria interna del proyectil, marcas visibles en la piel, identificación del **orificio de ingreso y salida**, así como daños en los **tejidos y huesos**. En esta fase del análisis, los **médicos forenses** desempeñan un papel esencial. Sánchez (2006) define esta disciplina como el estudio de los fenómenos que se desarrollan desde que el proyectil impacta el blanco, incluyendo deformaciones, rebotes, fragmentaciones, efectos sobre el cuerpo, trayectorias internas y los orificios de entrada y salida, hasta su inmovilización (p. 148).

Por otro lado, la **balística identificativa** se encarga del **análisis microscópico** de los proyectiles y las vainas, fundamentado en el **principio de individualización**. Este sostiene que cada arma de fuego posee **características únicas**, establecidas durante su fabricación y acentuadas con su uso, las cuales quedan impresas en el proyectil y la vaina al momento del disparo. Guerrero, citado por Santamaría et al. (2015), indica que estas marcas permiten relacionar el arma empleada en la escena del crimen (p. 10). Este campo incluye la revisión minuciosa del arma, el proyectil y el cartucho para establecer un vínculo certero con el hecho investigado.

La **recolección, análisis y valoración de pruebas balísticas** comienza desde el momento en que se tiene conocimiento de un incidente que podría tener implicaciones penales o que involucre el uso de un arma de fuego, ya sea por la muerte de una persona, lesiones o simplemente por su manipulación indebida. Es fundamental en estos casos llevar a cabo un

estudio exhaustivo del lugar de los hechos, con el objetivo de identificar el método de búsqueda de armas, vainas, proyectiles y demás evidencias balísticas, así como su **registro y conservación** adecuados para el análisis posterior en laboratorio.

En balística forense, se consideran **pruebas materiales** todos aquellos objetos y rastros que puedan contribuir al esclarecimiento del caso y a la labor pericial. Estas evidencias son recolectadas por el investigador, personal operativo o peritos en el escenario del suceso donde se presume la participación de un arma de fuego. Entre los elementos que pueden constituir pruebas balísticas se encuentran: armas, cartuchos completos, **vainas utilizadas, proyectiles recuperados**, así como objetos como trapos o papeles que hayan sido utilizados para **recargar cartuchos**. Según Cuero et al. (2018), los factores clave en una prueba balística incluyen la **identificación del arma**, su individualización a través de proyectiles o vainas, e incluso mediante la **recuperación directa del arma**, así como el análisis del contexto en el que ocurrió el hecho y la **reconstrucción de la trayectoria del tiro**, lo cual facilita deducir el posicionamiento **exacta del tirador**.

A partir de lo anterior, se entiende que una de las funciones principales de los **investigadores forenses** en el lugar donde se sospecha un delito o accidente relacionado con armas de fuego, es recolectar la **mayor cantidad posible de indicios y elementos de prueba** para que puedan ser analizados técnicamente en laboratorio. Para ello, es imprescindible que quienes participan en la inspección tengan un conocimiento detallado de cada fase del procedimiento: **localización, registro, recolección, revisión y embalaje** de armas, proyectiles y vainas.

La finalidad de esta tarea en el lugar de los hechos es la de localizar proyectiles, vainas, tacos, juntas e incluso el arma de fuego utilizada, que el autor disparador puede haber arrojado cerca de la escena, o bien puede encontrarse bajo el cuerpo de la víctima. Asimismo, es importante que se confirme la existencia de huellas dactilares; la posición de las huellas, unida a la colocación de las vainas o tacos, permite obtener una muy buena aproximación respecto

del lugar desde el que ha sido disparado. En cuanto a la **determinación de la distancia del tiro**, se analizan los denominados **residuos de disparo**, que están compuestos por partículas de pólvora en diferentes estados (quemada, parcialmente quemada o sin quemar), así como restos metálicos provenientes del proyectil o del fulminante de la vaina, tal como lo señalan Romero et al. (2014).

La ilustración presentada por Cuero et al. (2018) ilustra cómo la **dispersión de estos residuos** varía dependiendo de la **distancia desde la cual se realiza el disparo**.

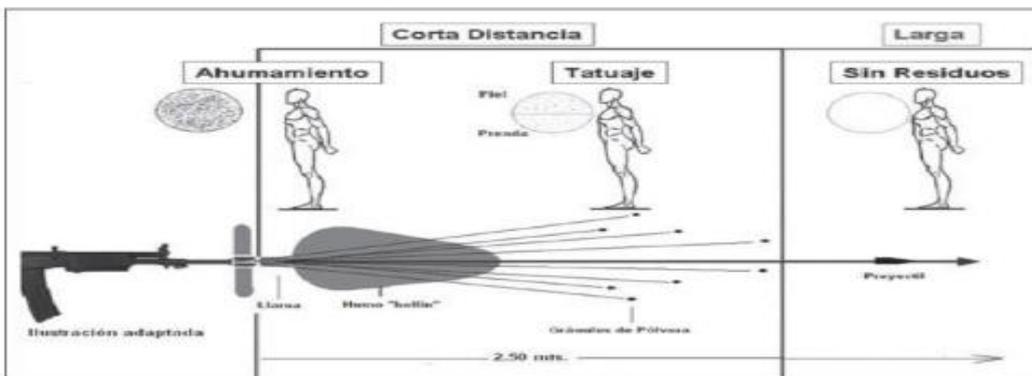


Ilustración 17

Ilustración Relación entre la distancia del disparo y los residuos generados por un arma de fuego.

Fuente: Cuero et al. (2018).

El comportamiento de las armas automáticas, dependiendo de su diseño y modelo, varía respecto a la dirección en que expelen las **vainas**, que pueden salir proyectadas hacia distintos sentidos como hacia arriba, hacia atrás, derecha o izquierda. La distancia a la que estas vainas son expulsadas tampoco es constante, incluso entre ejemplares del mismo modelo. Las vainas pueden rebotar en superficies del entorno como el suelo o cualquier pared o bien pueden rodar tras el impacto, por lo que la ubicación final que ocupan en la escena solo nos va a proporcionar una expectativa orientativa de la situación del tirador.

En lo que respecta a los tacos y juntas, estos son, en general, empujados hacia delante después del disparo y en la misma dirección que sigue la munición o los fragmentos disparados. Si el disparo o descargue se efectúa a poca distancia, estos elementos podrían también quedar atascados en la herida provocada por el proyectil. En otros casos, debido a la **resistencia del aire**, su trayectoria puede alterarse y desviarse, incluso recorriendo solo unos pocos metros.

Dadas las particularidades del hallazgo de pruebas materiales en el sitio del hecho, se realiza una **documentación específica y separada** de cada uno de los indicios, con el objetivo de comprender mejor el valor informativo y probatorio de los objetos, rastros o elementos vinculados a la utilización de armas de fuego. Entre los objetos relevantes que pueden ser encontrados en el lugar, destacan el arma utilizada, las **vainas percutidas**, los **proyectiles disparados**, entre otros.

En lo que respecta al **arma de fuego** en sí, se han identificado ciertas situaciones recurrentes en investigaciones criminales. En eventos como suicidios, homicidios o asesinatos encubiertos como suicidios, es común hallar el arma cerca o en la mano de la víctima. Pero, en otras ocasiones, el agresor puede deshacerse de ella (o esconderla en un lugar cercano para que no sea hallada) y/o incluso puede que otra persona la recoja antes de que llegue la Policía. Por ello es necesario realizar una búsqueda exhaustiva que tenga en cuenta los lugares ocultos o difíciles de ver como por ejemplo pozos, arbustos, techados, etc. por dentro o por fuera del perímetro inicialmente marcado, de acuerdo con el ámbito de actuación y el contexto del suceso que se está analizando.

Durante la **inspección del lugar donde han sido empleadas armas de fuego**, se deben extremar las precauciones para localizar las vainas. Usualmente, estas se encuentran **cerca del sitio del disparo**, especialmente si se trata de armas automáticas, aunque también pueden no estar presentes en las siguientes situaciones:

a) Si se efectúa un único disparo y la vaina no se expulsa por un **fallo mecánico** del arma.

- b) Si se utilizó un **revólver** o una **escopeta de carga manual**.
- c) Si el disparo fue realizado con un arma artesanal o de fabricación casera.
- d) Si el **tirador recoge la vaina**, consciente de su valor como evidencia, o si lo hace otra persona que descubre el hecho.
- e) Si se realiza una **inspección deficiente** del escenario del crimen.

En los casos donde, alrededor del impacto, se encuentran **huellas complementarias** que sugieren un disparo a corta distancia, la búsqueda debe enfocarse cerca del objeto dañado.

Si no se detectan tales indicios, se procede a **reconstruir la línea de fuego**, para identificar la posible ubicación del tirador y a partir de ahí, iniciar la localización de las vainas y otras señales del disparo. La exploración debe hacerse **desde el blanco hacia el tirador**, cubriendo un **área amplia** tanto hacia la derecha como hacia la izquierda del lugar donde se dio el crimen.

En espacios cerrados, buscar vainas exige **mover muebles y objetos** ya que estas pueden esconderse en **lugares inesperados** dentro del recinto.

Según lo señalado por (Garcés M. , 2018), es fundamental manejar con cautela las vainas recuperadas en el sitio del suceso, ya que encontrar varias de un mismo calibre **no garantiza necesariamente** que todas provengan de una sola arma. Asimismo, si se hallan vainas de calibres diferentes, **no implica obligatoriamente** que se usaron diversas armas, ya que es posible que se hayan empleado proyectiles no compatibles con el calibre nominal del arma utilizada. Por ello, es prudente analizar en detalle las características estructurales de las vainas y proyectiles, con la finalidad de poder llegar a conclusiones precisas respecto al tipo de armamento utilizado para disparar, entre otros aspectos.

En lo que se refiere a la localización de proyectiles, municiones o fragmentos de explosivos es preciso entender que el hallazgo de un sólo orificio visible en el cuerpo de una víctima no garantiza en modo alguno que el proyectil permanezca dentro de su cuerpo, pues el mismo puede haber salido, dejando una herida de salida apenas perceptible. Por otro lado, hay

casos en los que el proyectil, tras atravesar el cuerpo, no logra perforar la ropa y queda retenido en ella. Para una búsqueda efectiva de los proyectiles, se requiere un examen minucioso de los objetos situados en línea recta respecto al cadáver, al lugar del impacto y al trayecto presumido del disparo.

Cuando la víctima ha sido alcanzada por el disparo mientras estaba acostada y se identifica una herida de salida, se debe inspeccionar primero el objeto sobre el que reposaba el cuerpo. Además, es importante considerar que el proyectil puede haber rebotado al impactar contra una superficie, desviando así su trayectoria. En disparos efectuados con escopetas, también debe buscarse el taco del cartucho. Si el disparo fue a corta distancia, este taco incluso puede encontrarse dentro del cuerpo de la víctima o muy cerca del lugar donde se impactó la barrera. Como norma general, la búsqueda de proyectiles debe mantenerse hasta encontrar una cantidad que corresponda al número de disparos realizados, el cual puede ser estimado por testigos a través del sonido o de los destellos de la detonación.

(Araujo, 2017), citando a Coreas, afirma que la **fijación planimétrica** consiste en registrar con medidas precisas los indicios presentes en la escena del crimen, mediante croquis, esquemas o diagramas que permitan un análisis posterior. Por eso, cuando el caso involucra el uso de armas de fuego, se inicia esta etapa registrando cuidadosamente cada evidencia hallada (armas, proyectiles, vainas, orificios, etc.) y el entorno donde se produjo el hecho. Esta fijación debe realizarse de acuerdo con los estándares de la fotografía forense, seguida de la elaboración de un plano a escala, en el que se indique con precisión el lugar donde fue hallada cada prueba o rastro balístico.

Una vez fijadas fotográficamente todas las evidencias materiales, se procede a su **recolección o levantamiento** para su análisis individualizado. Para su manejo, deben respetarse ciertas normas esenciales:

- Usar guantes para evitar contaminar las pruebas con huellas nuevas, especialmente en armas, vainas y proyectiles. Como señala (Gonzaga, 2019), es vital manipular el arma con precaución, comprobando que no exista riesgo de que se dispare.
- Realizar movimientos firmes y controlados para impedir que las pruebas se caigan o se activen accidentalmente.
- Mantener siempre la boca del cañón y la abertura de las vainas apuntando hacia arriba, evitando así la pérdida de residuos como pólvora o hollín.
- Al recolectar armas y vainas, deben colocarse sobre un soporte limpio, como tela o papel blanco, para no perder pequeñas partículas adheridas.
- Evitar introducir objetos como varillas, lápices u otros en el interior del cañón o de la vaina, ya que esto puede arrastrar residuos o introducir contaminantes.
- Nunca sujetar el arma con el dedo dentro del disparador, para prevenir disparos accidentales.
- La extracción de proyectiles incrustados en materiales como madera o concreto (en caso de impactos sin salida visible) debe hacerse con sumo cuidado, para evitar que el proyectil se dañe.
- Si el proyectil está alojado dentro de un cuerpo humano, debe ser removido únicamente por un médico forense.

Al analizar el arma, lo primero que se debe observar es su **ubicación relativa respecto a otros objetos fijos**, así como el estado de sus mecanismos (cerrojo, martillo, aguja percutora, seguro y boca del cañón). También es crucial verificar si el arma está cargada y si hay cartuchos en la recámara. Si no se puede extraer el cartucho de manera habitual, se debe inmovilizar colocando un separador (como un pedazo de corcho o cartón) entre el percutor y el cartucho, o entre el martillo y la aguja percutora, con el objetivo de evitar cualquier disparo accidental durante su manipulación.

Seguido a esto, el arma debe ser examinada para localizar posibles **huellas dactilares**, dado que, según (Andrade, 2020), las superficies lisas del arma ofrecen condiciones ideales para conservar este tipo de evidencia.

A continuación, se identifican los detalles constructivos del arma, como su tipo (pistola, fusil, escopeta, revólver), sistema de funcionamiento, modelo, calibre, número de serie y marcas del fabricante. También se revisa el **estado del interior del cañón** (limpio o con residuos), y se detecta la presencia de olor a pólvora —ya sea con humo (olor sulfuroso) o sin humo (olor ácido)— utilizando algodón o papel limpio en la boca del cañón.

Luego se revisa el cargador con el mismo propósito de obtener huellas digitales. Se extraen los cartuchos, se cuentan, y se documentan sus características, incluyendo marcas de fábrica y el calibre, así como la vaina percutida ubicada en la recámara. Toda esta información se registra en el acta de **inspección ocular**, se fotografía, se elabora una fototabla y se confecciona un plano a escala del sitio donde ocurrió el hecho, con la ubicación precisa de cada elemento relacionado con el arma en cuestión.

En lo referente al análisis de las **vainas percutidas**, lo primero que debe hacerse es verificar si presentan **huellas dactilares** en su superficie o si muestran restos de **pólvora quemada** y señales de olor a sustancias explosivas. Si se detectan huellas, estas deben ser **documentadas y recolectadas** para su posterior análisis en el laboratorio. En caso de encontrarse residuos de pólvora, es necesario **sellar la boca de la vaina** con algodón o corcho para conservar esos elementos. Luego, se deben anotar en el **acta de inspección ocular** las características estructurales de la vaina. Además, se examinan marcas y posibles imperfecciones visibles que permitan identificar el tipo de mecanismo del arma usada, prestando especial atención a fallas como grietas en la boca de la vaina, que pueden sugerir el uso de un cartucho no adecuado para esa arma en particular. Al igual que con el arma, las vainas deben ser **fotografiadas desde una perspectiva general y en detalle**, y deben **embalarse por separado**.

En el caso de los **proyectiles**, es crucial observar si contienen **residuos parcialmente quemados de pólvora** u otras partículas extrañas como sangre, fibras, vidrio o metal, las cuales podrían haber quedado adheridas al pasar por el cuerpo de la víctima. Esto requiere un manejo **extremadamente cuidadoso**. También se debe describir el tipo de marcas dejadas por el interior del cañón del arma (el **estriado**), tomando en cuenta solo el número de líneas y su inclinación, dejando el resto del análisis a los **expertos forenses** en laboratorio.

De acuerdo con el Manual de Balística Forense de España (2016), las denominadas huellas de disparo son las marcas, los desgastes o los residuos que quedan cuando el proyectil impacta una superficie durante su trayecto. Hoy en día se clasifican en huellas de disparo principales o huellas de disparo complementarias. Las huellas de disparo principales son las relacionadas con los orificios o brechas que produce el impacto, enumerándose como orificio de paso, brecha sin salida (ciega) o marcas de rebote. Por otro lado, las **huellas complementarias** son los daños colaterales que rodean el punto de impacto y que se generan, sobre todo, cuando el disparo se efectúa a corta distancia. Estas son producidas por factores como la onda de aire que acompaña al proyectil, la grasa lubricante del arma, el calor del disparo o la proyección de residuos de pólvora.

En el estudio de estas marcas, ya sean principales o complementarias, es imprescindible hacer un **examen minucioso del área** que rodea el orificio para determinar si hay presencia de huellas secundarias. Después, se mide su **posición exacta en la superficie impactada** y se ubican en un plano, asignándoles un número de referencia y describiéndolas detalladamente en el acta de inspección. Es clave también **diferenciar el orificio de entrada y el de salida**, ya que esto ayudará a determinar tanto la dirección del disparo como la posición desde donde fue realizado.

La **evaluación de las heridas** sufridas por la víctima corresponde al personal médico, y en caso de cadáveres, es tarea del médico forense. La descripción detallada de las lesiones externas es muy importante, especialmente para determinar aspectos como la dirección o la

distancia del disparo. Sin embargo, en el acta del lugar del hecho no deben emitirse **interpretaciones técnicas o conclusiones**, como señalar cuál orificio es de entrada o salida, o identificar ciertos residuos como anillos de fricción, ya que esto corresponde a peritos especializados.

El **objeto impactado por el proyectil** representa también una prueba clave. Su análisis puede revelar datos sobre la distancia desde la que se disparó, la dirección de la trayectoria y el tipo de pólvora utilizada. Por ello, siempre que sea posible, se debe **recoger el objeto completo** (como una prenda de vestir) o al menos la sección afectada por el impacto, asegurándose de **fotografiar previamente** la brecha antes de retirarla.

En caso de localizar **tacos de cartucho**, es esencial documentar su hallazgo en el acta, indicando el tipo de material del que están hechos, sus dimensiones, estado exterior y color. Si en su lugar se utilizó papel como componente artesanal, se debe describir el tipo de papel, color, inscripciones, dibujos o textos impresos, así como el método de impresión (manuscrito, computadora, máquina de escribir, etc.), incluyendo también la presencia de residuos como grasa o pólvora.

Para el **embalaje de armas, vainas o proyectiles**, existen distintos métodos, los cuales dependerán de los recursos disponibles y el criterio del equipo investigador. Estos procedimientos deben detallarse en el acta de inspección. De acuerdo con (Marquez, 2021), no solo se debe embalar cada prueba por separado, sino también **dejar constancia visual** del proceso mediante fotografías o videos. Las armas de fuego, se deben colocar en **cajas de cartón apropiadas**, asegurándolas con cinta. Las balas y casquillos se guardan en **cajas más pequeñas**, utilizando algodón para inmovilizarlos. Si el arma no presenta huellas visibles, se debe incluir un sobre indicando a qué expediente pertenece. En cambio, si tiene huellas, el embalaje debe estar diseñado para evitar cualquier contacto con las superficies que podrían contenerlas.

Una vez que todo ha sido correctamente embalado, se elabora la **solicitud de peritaje** para ser enviada al organismo correspondiente, donde se describen los antecedentes relevantes del caso y se plantean preguntas específicas para orientar la labor del perito. Estas preguntas se enfocan en aspectos como el análisis del arma, los cartuchos, las vainas y los proyectiles. Entre los temas que se investigan destacan:

Armas de fuego: identificación del tipo, marca, modelo, calibre, origen y si son aptas para el disparo, además de si han estado implicadas en otros delitos.

Cartuchos: compatibilidad con diferentes tipos de armas, si han sido recargados, su origen y funcionamiento.

Casquillos: identificación del arma que los percutió, tipo de fabricación (industrial o artesanal), origen, compatibilidad, y señales de haber sido reutilizados.

Proyectiles: tipo y características del arma que los disparó, su procedencia y fabricación, así como si el arma puede ser identificada por las marcas en el proyectil.

Otras determinaciones incluyen:

1. La secuencia en que se realizaron los disparos.
2. La dirección, sentido y distancia del disparo.

Gracias al desarrollo tecnológico, hoy en día es posible realizar **exámenes balísticos digitales**, utilizando imágenes en dos dimensiones (2D) de casquillos y proyectiles, las cuales pueden ser escaneadas con láser mediante sistemas de interferometría que generan imágenes de alta resolución en tres dimensiones (3D) (Jiménez, 2019). Este procedimiento permite resultados más precisos, rápidos y con un margen de error menor. En sintonía con lo expuesto por Jiménez, la balística forense sigue en constante progreso, lo cual facilita una mayor

objetividad en la recolección de pruebas, aportando al proceso penal evidencias más confiables que permiten a los jueces **formar juicios sólidos** basados en información científica.

La relevancia de dicha disciplina se manifiesta claramente en el juicio, cuando los peritos rinden los informes que son de ayuda para fijar la responsabilidad o la inocencia del acusado. Junto con otras pruebas, la balística también puede servir para fijar si ha habido legítima defensa, si hay un suicidio, un homicidio o un accidente, como también para saber la distancia de disparo, el arma que se ha utilizado, la intervención de la misma en hechos delictivos, entre otras cuestiones clave que podrán ayudar al juez a firmar la sentencia correcta.

Conclusión

El análisis de la **balística forense** es importante para investigar hechos en los que se presume el uso de un arma de fuego. Este tipo de situaciones suelen ser de gran gravedad, ya que pueden implicar **homicidios, asesinatos, femicidios, sicariatos, suicidios o incidentes accidentales**, todos con un fuerte impacto en el bienestar de las personas afectadas. Actualmente, considerando que **Ecuador** se encuentra entre los países con mayores índices de violencia en América Latina, principalmente por el elevado número de muertes violentas registradas y la actividad de **grupos delictivos organizados vinculados al narcotráfico**, se vuelve aún más crucial contar con **peritos capacitados** y con un alto nivel de formación, al igual que con operadores del sistema de justicia penal que comprendan la importancia de una adecuada recolección, análisis y valoración de las evidencias. En este contexto, y debido al incremento del uso de armas de fuego en el país, los **especialistas en balística forense** adquieren un papel indispensable.

Esta disciplina aporta información clave para la **resolución de casos penales** en los que están involucradas armas de fuego, sus municiones u otros elementos asociados al disparo, los cuales pueden convertirse en **pruebas determinantes** durante el juicio oral. Garantizar el

principio de objetividad, como parte integral del **debido proceso legal**, depende del cumplimiento de un conjunto de procedimientos técnicos establecidos por la **criminalística**, además de las disposiciones legales relativas a la **cadena de custodia** y la **inspección técnica del lugar del suceso**, conforme a lo estipulado en el **Código Orgánico Integral Penal ecuatoriano** (Ecuador. Asamblea Nacional, 2014).

La balística forense, como **rama especializada de la criminalística**, debería ser conocida por todos los **profesionales del Derecho**, a fin de que puedan desarrollar una valoración adecuada y objetiva de las pruebas en procesos judiciales. En diversas ocasiones, la **falta de preparación o desconocimiento técnico** por parte de **fiscales o jueces** ha llevado a que ciertos hechos delictivos queden **sin sanción**, lo que pone en riesgo la justicia. Por ello, es necesario que las **universidades y programas de posgrado** continúen incluyendo en sus currículos temas relacionados con el **manejo de armas de fuego**, así como los **procedimientos específicos para la inspección de escenas del crimen**, con el objetivo de garantizar que los **dictámenes periciales en balística** cuenten con el respaldo técnico y científico suficiente para ser considerados **fiables y creíbles** dentro del proceso judicial.

CAPÍTULO III

AUDIO Y VIDEO FORENSE

Introducción

El tercer capítulo ofrece un exhaustivo análisis sobre el audio y video como herramienta de apoyo en escenas de crímenes. Está dividido en cuatro secciones que abordan diversos factores del área de estudio:

El **tema 1** establece el uso de herramientas de grabación y edición de video en la investigación criminal para recolectar, analizar y presentar pruebas visuales como la recolección de evidencia visual (de cámaras de seguridad, móviles, redes sociales), el análisis forense de video para mejorar calidad y extraer detalles clave, la reconstrucción de escenas del crimen, la presentación clara y objetiva de pruebas en juicio, la documentación de testimonios, la detección de patrones de comportamiento, la verificación de coartadas y el análisis de contenido digital compartido en redes.

El **tema 2** se enfoca en la determinación del origen y autenticidad, así como, de la extracción de la información técnica y, el análisis del video de YouTube "*SPAIN WARS Parte I: La venganza de los populares antiguos*". Para el efecto se utiliza **Exiftool** para extraer metadatos (fecha, hora, formato), y herramientas como **MD5 para Windows** y **HashMyFiles** para verificar la integridad mediante códigos hash (SHA-1, SHA-256, SHA-512, entre otros). Además, se usan programas como **VLC Media Player**, **FOREVID** y **convertidores de video a JPG** para obtener fotogramas clave y realizar análisis visual detallado. El análisis incluye: **Revisión preliminar** del contenido y su contexto (parodia política); **Mejoras técnicas**: brillo, contraste, reducción de ruido, aumento de resolución; **Reconocimiento de personas, objetos (como espadas de luz), ambientes y comportamientos**; **Sincronización de eventos y análisis del audio**, identificando

distorsiones, patrones sonoros y elementos relevantes. Finalmente, a través de la herramienta **Forensically Image**, se autentica la captura de fotogramas, detectando posibles manipulaciones digitales. Esto demuestra que el análisis forense no solo permite validar la autenticidad del material, sino que también complementa otras técnicas investigativas, siendo clave para detectar falsificaciones y revelar la verdad en entornos judiciales.

El **tema 3** analiza las diferentes etapas del **proceso forense**: **1) Adquisición del audio** (se obtiene una copia fiel del archivo original); **2) Análisis preliminar** (se verifica el formato, la calidad, el origen y el contenido del audio); **3) Mejora del audio** (se aplican técnicas como reducción de ruido, ecualización y filtrado para aumentar la claridad del sonido); **4) Detección de manipulación** (a través del análisis de metadatos, huellas digitales acústicas y espectrogramas, se identifican posibles alteraciones); **5) Aislamiento de elementos relevantes** (separan voces o sonidos específicos e incluso se realiza identificación de locutores); **6) Verificación de autenticidad** (se comprueba la ausencia de ediciones ocultas o manipulaciones); y **7) Generación de informes** (se documentan los métodos, hallazgos y conclusiones). Acto seguido, se analizan dos audios relacionados con el video “**La venganza de los populares antiguos**”. Utilizando **Audacity**, se clonan los archivos y se aplican técnicas como el análisis espectral y la comparación de patrones sonoros, obteniéndose como resultado que el archivo “**6.- la-venganza-de-los-populares-antiguos-deepfake**” presenta **indicios claros de manipulación**, como: **Duración más corta(00:05:18)**; **ruidos elevados** en la grabación, y **alteración del diálogo** entre los minutos **00:01:37 y 00:02:10**, de manera que el análisis forense confirma que el audio en cuestión fue **modificado**, lo que compromete su autenticidad.

El **tema 4** aborda la **videovigilancia y el procesamiento digital de video como herramientas clave para investigar crímenes con armas de fuego en Ecuador**, al permitir la **identificación de sospechosos, la reconstrucción de hechos y la obtención de pruebas visuales confiables**.

TEMA 1: APLICACIONES DE LA REALIZACIÓN Y EDICIÓN DE VIDEO EN LA INVESTIGACIÓN CRIMINAL, Y MÉTODOS DE AUTENTICACIÓN Y VERIFICACIÓN DE VIDEO.

Ejercicio 1

Es necesario investigar el uso de técnicas de captura y edición de video para examinar y tratar pruebas de video en situaciones delictivas. Podría abarcar el análisis de grabaciones de vigilancia, vídeos de cámaras corporales policiales, vídeos de teléfonos móviles, entre otros. Se deberá de investigar un CASO REAL y documentarlo gráficamente (Pantallazo o enlace a la noticia) donde se pueda apreciar la aplicación de las técnicas mencionadas anteriormente.

Desarrollo del Caso Metástasis en Ecuador



Ilustración 18

Descripción del Caso:

El Caso Metástasis reveló una estructura criminal dentro del Estado ecuatoriano, involucrando a jueces, funcionarios del Consejo de la Judicatura, del SNAI, abogados y otros actores, la Fiscalía General del Estado, liderada por la Doctora Diana Salazar, realizó más de 75 allanamientos, resultando en la detención de 30 personas. La investigación se centró en la

obstrucción de procesos judiciales y la infiltración de organizaciones delictivas en el sistema judicial. (ESTADO, 2023)

Aplicación de Técnicas de Video:

Durante la investigación, se emplearon técnicas avanzadas de análisis y edición de video para procesar evidencia clave:

- **Análisis de Grabaciones de Vigilancia:** Se revisaron y mejoraron imágenes de cámaras de seguridad para identificar a los involucrados y reconstruir eventos clave.
- **Videos de Cámaras Corporales:** Se utilizaron grabaciones de cámaras corporales de la policía para verificar interacciones y obtener testimonios visuales de los implicados.
- **Videos de Teléfonos Móviles:** Se analizaron videos y comunicaciones de dispositivos móviles para rastrear actividades y establecer conexiones entre los sospechosos. (ESTADO, 2023)

Documentación Gráfica:

Para ilustrar la aplicación de estas técnicas, se presenta un enlace a una noticia que detalla las evidencias y el proceso investigativo del Caso Metástasis: -

- [Caso Metástasis, evidencias que revelaron la red criminal liderada desde prisión](#)

El Caso Metástasis ejemplifica cómo las técnicas de realización y edición de video son fundamentales en la investigación criminal en Ecuador, permitiendo la recopilación, análisis y presentación de evidencia visual que es crucial para la administración de justicia.

Las principales técnicas utilizadas en la investigación:

Análisis de Grabaciones de Vigilancia:

En este caso, las grabaciones de las cámaras de seguridad fueron clave para reconstruir los eventos y determinar la participación de los involucrados en las actividades ilícitas. Las técnicas utilizadas incluyeron, mejora de la calidad de imagen, las grabaciones iniciales de las cámaras de seguridad a menudo están en baja resolución, lo que dificulta la identificación de personas o detalles clave. A través de software de edición de video especializado, como Amped FIVE o iNPUT-ACE, se pueden mejorar los contrastes, la resolución y la estabilidad de la imagen para hacer los detalles más claros (Software. A. S.)

Se utiliza tecnología para rastrear los movimientos de los sospechosos dentro del área de las cámaras, correlacionando las imágenes con las evidencias obtenidas de otros dispositivos. Esto permitió establecer patrones de comportamiento y cronologías de eventos, las cámaras pueden capturar videos temblorosos o inestables, el uso de software para estabilizar las imágenes permite que las grabaciones sean más claras y fáciles de analizar, cuando las imágenes lo permitieron, se utilizó tecnología de reconocimiento facial para identificar a los implicados en la red criminal. Este proceso es esencial cuando las cámaras tienen imágenes de alta calidad o cuando se tienen registros anteriores de los sospechosos. (Software. A. S.)

Análisis de Videos de Cámaras Corporales de la Policía:

Las cámaras corporales y su importancia (Macas Saritama, 2023) de los oficiales fueron una herramienta clave para validar las versiones de los oficiales y contrastarlas con las declaraciones de los sospechosos y testigos. En este caso, las técnicas incluyeron:

Revisión de la secuencia completa se analizaron los videos grabados por las cámaras corporales para observar las interacciones de los oficiales con los sospechosos, este proceso ayudó a verificar la legalidad de las acciones de la policía durante los allanamientos y detenciones.

Edición para eliminar ruido o distracciones de los videos de cámaras corporales pueden estar sujetos a interferencias, ruidos o distracciones visuales, como el movimiento del agente o las condiciones de iluminación, los editores utilizaron técnicas para eliminar estos elementos, enfocándose en los aspectos más relevantes de las grabaciones.

Sincronización con otras evidencias se sincronizaron las grabaciones de las cámaras corporales con otras evidencias de video (por ejemplo, cámaras de seguridad) para crear una línea de tiempo coherente y establecer conexiones entre los diferentes eventos ocurridos durante las investigaciones.

Análisis de Videos de Teléfonos Móviles:

En el Caso Metástasis, los teléfonos móviles de los involucrados fueron cruciales para rastrear comunicaciones y movimientos, así como para capturar evidencia visual de actividades delictivas. Las técnicas empleadas incluyeron:

Los investigadores extrajeron los metadatos (Baldwin, 2018), de los videos almacenados en los teléfonos móviles. Los metadatos incluyen fecha, hora, ubicación y tipo de dispositivo utilizado para capturar el video. Esto permitió verificar la autenticidad de las grabaciones y contextualizar las imágenes.

Se utilizaron herramientas de edición para mejorar la visibilidad de detalles específicos, como las caras de los involucrados, documentos u objetos presentes en el video de investigaciones criminales (Case, 2021). Esto es especialmente útil cuando los videos son grabados en condiciones de baja calidad.

Con la información de los teléfonos (Gogolin, 2019), se pudieron reconstruir eventos y secuencias específicas que vincularon a los sospechosos con actos ilegales. -Esto permitió identificar patrones de comportamiento y redes de colaboración criminal. -

Los videos grabados con teléfonos móviles también contienen pistas de audio, que fueron analizadas para extraer conversaciones clave o interacciones entre los miembros de la red criminal (Software. A. , 2023). Se utilizaron programas de mejora de audio para eliminar ruidos de fondo y clarificar las voces.

Herramientas Comunes Utilizadas:

Algunas de las herramientas y software utilizados en el análisis y edición de los videos incluyen:

Amped FIVE: Software especializado en el análisis de video forense, que permite la mejora de imágenes, estabilización y comparación de videos (Software. A. , 2023).

iINPUT-ACE: Plataforma para el análisis de evidencia digital, utilizada para autenticar y examinar videos, extraer metadatos y realizar análisis avanzados (iINPUT-ACE, 2023).

Adobe Premiere Pro: Software de edición de video utilizado para la mejora de calidad de imagen y la edición de secuencias (Incorporated., 2023).

Ejercicio 2

En Ecuador, los métodos de autenticación y verificación de video utilizados por el Departamento de Criminalística en Quito son fundamentales para garantizar la integridad de las grabaciones utilizadas como evidencia en casos judiciales. El proceso incluye diversas técnicas, como la autenticación de la fuente de la grabación, la verificación de la integridad del archivo y el análisis de metadatos.

Técnicas de Autenticación y Verificación:

Los peritos de criminalística revisan los metadatos de los archivos de video para confirmar la fecha, hora, ubicación y dispositivo de grabación. Estos datos proporcionan evidencia crucial para validar la autenticidad del video (Case, 2021).

Utiliza herramientas especializadas para examinar las características del archivo, como los códecs y la compresión. La técnica busca identificar manipulaciones, como la edición o alteración del contenido original.

Comparación con otras evidencias: Los peritos cruzan los videos con otros tipos de evidencia, como testimonios, informes de investigación y otras grabaciones disponibles, para corroborar la veracidad de la información (Software. A. , 2023).

Una de las herramientas más destacadas en este proceso es Amped FIVE (Software. A. S.). Esta plataforma es ampliamente utilizada en el análisis forense de videos debido a su robustez y versatilidad. Algunas de sus funcionalidades clave incluyen:

Amped FIVE permite una mejor calidad de videograbaciones, eliminando distorsiones, aumentando la resolución y ajustando el contraste (Software. A. S.).

La obtención y análisis de los metadatos (Gogolin, 2019), como la hora de grabación, el modelo de la cámara, la ubicación y otros detalles técnicos relevantes, utilizando herramientas avanzadas, se puede verificar si un video ha sido manipulado, detectando alteraciones en el archivo original.

Permite comparar múltiples grabaciones y buscar coincidencias entre ellas, ayudando a los peritos a verificar la continuidad y coherencia de los eventos grabados, este software es esencial para garantizar que los videos utilizados como evidencia en Ecuador mantengan su autenticidad y no hayan sido manipulados, asegurando así su validez en el contexto judicial.

Ilustración 19



TEMA 2: ANÁLISIS DE LA EVIDENCIA DIGITAL I

URL del Video.

Extracción de los metadatos online.

La extracción de metadatos en línea permite identificar y extraer información de documentos y archivos digitales, esto es útil para organizar, gestionar y analizar la información ya que permite identificar y administrar datos confidenciales, organizar y gestionar documentos digitales y físicos, facilitando la búsqueda y el análisis de datos e identificar comprobantes duplicados o cancelados (Ayudaley, 2025).

```

C:\>exiftool.exe "C:\Users\Carlos\Videos\SPAIN WARS PARTE 1 - La Venganza de los Populares antiguos [DeepFake].mp4"
ExifTool Version Number      : 13.21
File Name                    : SPAIN WARS PARTE 1 - La Venganza de los Populares antiguos [DeepFake].mp4
Directory                   : C:/Users/Carlos/Videos
File Size                    : 11 MB
Zone Identifier              : Exists
File Modification Date/Time  : 2025:02:23 11:49:04-05:00
File Access Date/Time       : 2025:02:23 13:29:36-05:00
File Creation Date/Time     : 2025:02:23 11:49:22-05:00
File Permissions             : -rw-rw-rw-
File Type                    : MP4
File Type Extension         : mp4
MIME Type                   : video/mp4
Major Brand                  : MP4 v2 [ISO 14496-14]
Minor Version                : 0.0.0
Compatible Brands           : isom, mp42
Movie Header Version        : 0
Create Date                  : 2024:01:25 07:39:28
Modify Date                  : 2024:01:25 07:39:28
Time Scale                   : 24000
Duration                     : 0:05:30
Preferred Rate               : 1
Preferred Volume             : 100.00%
Preview Time                 : 0 s
Preview Duration            : 0 s
Poster Time                  : 0 s
Selection Time               : 0 s
Selection Duration          : 0 s
Current Time                 : 0 s
Next Track ID                : 3
Track Header Version        : 0
Track Create Date           : 2024:01:25 07:39:28
Track Modify Date           : 2024:01:25 07:39:28
Track ID                     : 1
Track Duration               : 0:05:30
Track Layer                  : 0
  
```

Track Volume	: 0.00%
Image Width	: 640
Image Height	: 274
Compressor ID	: avc1
Source Image Width	: 640
Source Image Height	: 274
X Resolution	: 72
Y Resolution	: 72
Bit Depth	: 24
Video Frame Rate	: 23.976
Graphics Mode	: srcCopy
Op Color	: 0 0 0
Matrix Structure	: 1 0 0 0 1 0 0 0 1
Media Header Version	: 0
Media Create Date	: 2024:01:25 07:39:28
Media Modify Date	: 2024:01:25 07:39:28
Media Time Scale	: 44100
Media Duration	: 0:05:30
Media Language Code	: eng
Handler Description	: ISO Media file produced by Google Inc. Created on: 01/24/2024.
Audio Format	: mp4a
Audio Channels	: 2
Audio Bits Per Sample	: 16
Audio Sample Rate	: 22050
Balance	: 0
Handler Type	: Metadata
Handler Vendor ID	: Apple
Google Start Time	: 0
Google Track Duration	: 0:05:30
Media Data Size	: 11348789
Media Data Offset	: 94469
Image Size	: 640x274
Megapixels	: 0.175
Avg Bitrate	: 275 kbps
Rotation	: 0

🚩 Descargar video de You Tube.



Ilustración 20

🚩 Generación de la huella digital

Para establecer los parámetros de validación de la integridad del contenido digital, se realizó mediante la utilización de técnicas digitales forenses, aplicativo MD5 Hash, la generación del código hash valor que se describe en la siguiente tabla de datos:

Archivo	Código Hash
*SPAIN WARS PARTE 1 - La Venganza de los Populares antiguos [DeepFake].mp4	MD5 5a7ace9ee6121373b3a2b1277990b8a5

Con la utilización de la aplicación Hash My Files, la cual permite obtener una serie de códigos Hash de autenticidad y verificación como:

SHA1: 3c693fb8b76775db05df2a653c70f0f443d9fb88

CRC32: d0e9fe24

SHA-256: 2c92f144261bfae1a134c48fdd6acf382162afa4aa1a883bd3e49f48877e4cbd

SHA-512:

57028765ca9a03bf935360b2d5ac68ca0f40722e23df9d70f28a64c69ac060d4896a08cdf40b79da17c045c174d5419691bafd4cada682dc00566bbb311af8c9

SHA-384:

db48563d2d8c563dfc6064c96797cda66df8846409095dd285204f8fa9fea8d2caef74a861e829eb6e07b7015c271a36

También nos muestra el nombre del archivo, la fecha de modificación, creación y entrada del archivo, como también el año y extensión del archivo.

```

Filename       : SPAIN WARS PARTE 1 - La Venganza de los Populares antiguos [DeepFake].mp4
MD5            : 5a7ace9ee6121373b3a2b1277990b8a5
SHA1           : 3c693fb8b76775db05df2a653c70f0f443d9fb88
CRC32          : d0e9fe24
SHA-256        : 2c92f144261bfae1a134c48fdd6acf382162afa4aa1a883bd3e49f48877e4cbd
SHA-512        : 57028765ca9a03bf935360b2d5ac68ca0f40722e23df9d70f28a64c69ac060d4896a08cdf40b79da17c045c174d5419691bafd4cada682dc00566bbb311af8c9
SHA-384        : db48563d2d8c563dfc6064c96797cda66df8846409095dd285204f8fa9fea8d2caef74a861e829eb6e07b7015c271a36
Full Path      : C:\Users\Carlos\Videos\SPAIN WARS PARTE 1 - La Venganza de los Populares antiguos [DeepFake].mp4
Modified Time  : 23/2/2025 11:49:04
Created Time   : 23/2/2025 11:49:22
Entry Modified Time: 23/2/2025 11:52:15
File Size      : 11.443.258
File Version   :
Product Version :
Identical      :
Extension     : mp4
File Attributes : A
Hash Start Time : 3/3/2025 12:01:03
Hash End Time   : 3/3/2025 12:01:03
Hashing Duration : 00:00:00.324
  
```

Ilustración 21

Video en fotogramas.

Un fotograma es una imagen individual que forma parte de una secuencia de imágenes en movimiento. Son la base de películas, videos y animaciones (Biblioteca CRAI, 2024).

SPAIN WARS Parte I. “La venganza de los populares antiguos”



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

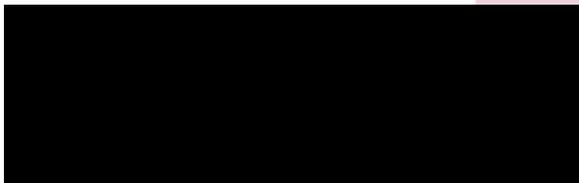


Ilustración 22

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- El aporte es en color y gradiente de luminancia, el modo tiene muchas variantes como proyección, diferencia, distancia y componente, la imagen se puede linealizar, invertir y el realce permite ecualizar el histograma, el contraste elástico y ninguno, la opacidad es de 1.00.

Secuencia de imágenes y descripción de acciones de los archivos de video.

Archivo de Video: SPAIN WARS Parte I. “La venganza de los populares antiguos”

URL: <https://www.youtube.com/watch?v=zb6tfgeqlPM&t=4s>

Duración de Grabación: 00:05:30

Audio: Si.

Video: Si.

Angulo Visual: Normal.

Resolución del Video: 1280 x 720

Velocidad Fotogramas. 500 FPS

Total Fotogramas: 17

Tamaño: 485.956 bytes

- ✚ **Seleccionar de 5 fotogramas más representativos para ejecutar un análisis forense y poder detectar si existe una manipulación del video.**

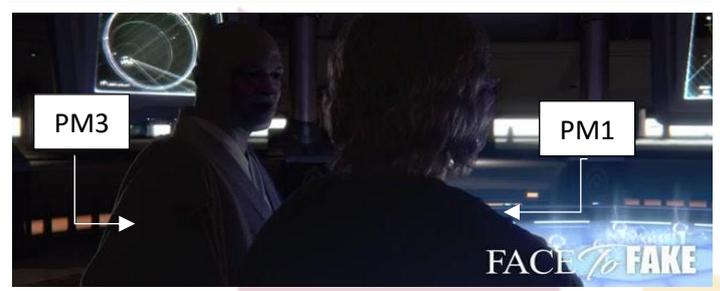


Ilustración 23



Duración de Grabación: 00:05:30

Audio: Si.

Video: Si.

Angulo Visual: Normal.

Resolución del Video: 1280 x 720

Velocidad Fotogramas. 500 FPS

Total Fotogramas: 05

Imágenes captadas del video SPAIN WARS Parte I. “La venganza de los populares antiguos”, cuyo enfoque se encuentra estático, en las imágenes se observa un ambiente Cerrado, de un sector del espacio exterior, con imágenes de fantasía como naves espaciales, donde se observa al inicio 2 personas de género masculino que intercambian diálogos sobre el control de partidos políticos y complots para asignar al próximo presidente de España, que designaremos como PM1 y PM2, posterior aparece una persona de genero masculino que designaremos como PM3, que dialoga con PM2 discuten por una supuesta traición y se enfrentan a muerte con espadas de luz, PM1 se traslada al lugar de los hechos para mediar el enfrentamiento, finalmente PM3 somete a PM2 y le apunta con su espada de luz....posterior termina el video.

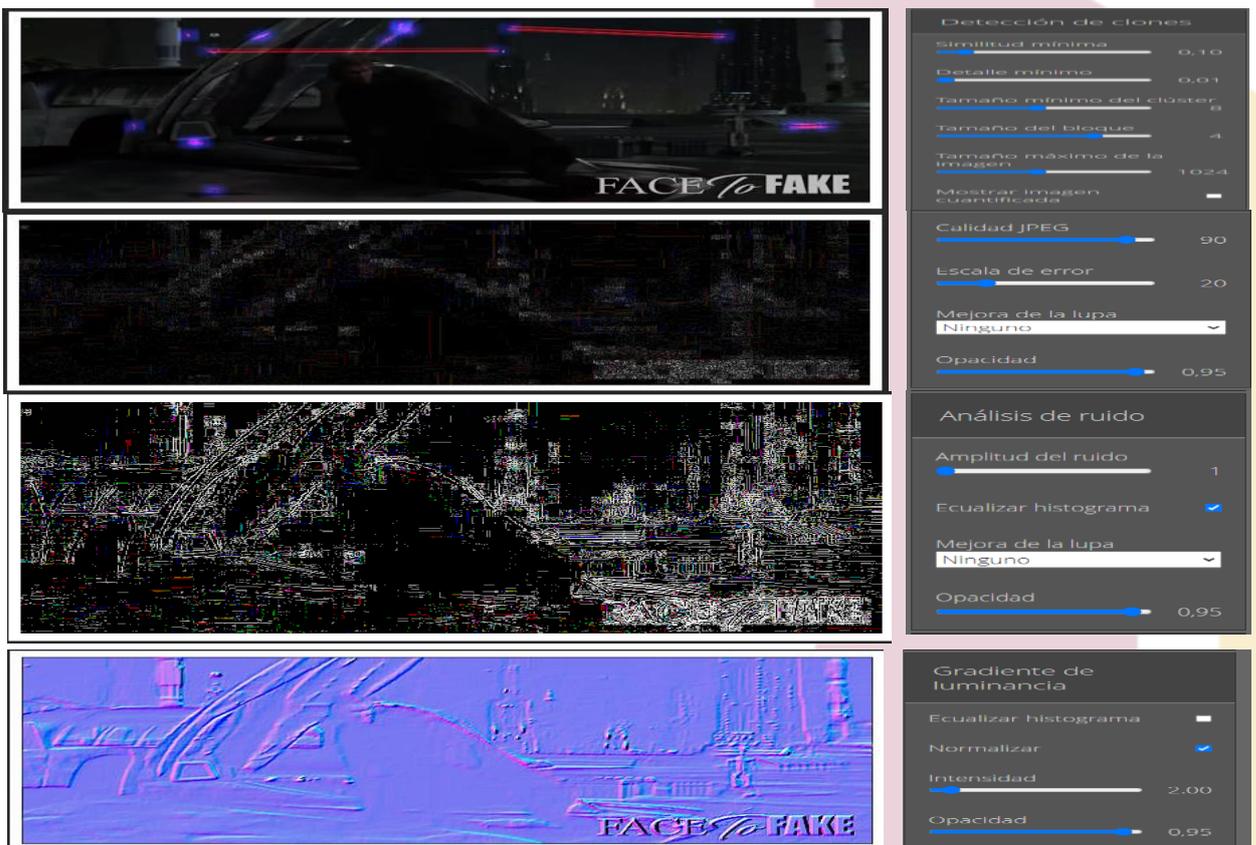




Ilustración 24

Con la utilización del software para análisis de fotogramas “Forensically” que es una colección de herramientas basadas en la Web que se pueden utilizar para "análisis forense de imágenes digitales". Algunas de sus funciones incluyen funciones de ampliación, detección de clones, análisis de nivel de error, análisis de ruido, barrido de nivel y muchas más (RAND, 2023).

Esta herramienta nos da la oportunidad de seleccionar un fotograma y analizar su veracidad, proporcionándonos la siguiente información:

Detección de Clones: similitud mínima (0.10), detalle mínimo (0.01), tamaño mínimo de clúster (8), tamaño de bloque (4), tamaño máximo de la imagen (1024). Análisis del nivel de Error: Calidad JPEG (90), escala de error (20), mejora de la lupa (ninguno), opacidad (.95). Análisis de Ruido: amplitud de ruido (1), mejora de la lupa (ninguno), opacidad (.95). Gradiente de Luminancia: Intensidad (2.00), opacidad (.95). Análisis de Componentes principales: Componente (1), opacidad (1.00). Análisis de Miniatura: Opacidad (1.00). Análisis JPEG Tabla 0 (8 bits).

Con esta información se determina que las capturas de los fotogramas son auténticas, no existe ninguna manipulación.



Ilustración 25

Con la aplicación reproductor multimedia VLC y FOREVID, se obtuvo nuevos fotogramas del video SPAIN WARS Parte I. “La venganza de los populares antiguos”. Con la aplicación multimedia VLC, nos proporciona archivos PNG, de dimensiones 640 x 290, tamaño 186 KB.

metadatos	23/2/2025 13:31	Documento de Mi...	14 KB
scene06851	3/3/2025 18:37	Archivo PNG	187 KB
scene06901	025 18:37	Archivo PNG	145 KB
scene06951	025 18:37	Archivo PNG	97 KB
scene07001	025 18:37	Archivo PNG	177 KB
scene07051	3/3/2025 18:37	Archivo PNG	186 KB
scene07101	3/3/2025 18:37	Archivo PNG	3 KB
scene07151	3/3/2025 18:37	Archivo PNG	3 KB
scene07201	3/3/2025 18:37	Archivo PNG	3 KB
scene07251	3/3/2025 18:37	Archivo PNG	3 KB
scene07301	3/3/2025 18:37	Archivo PNG	3 KB
scene07601	3/3/2025 18:11	Archivo PNG	184 KB

Ilustración 26



Ilustración 27

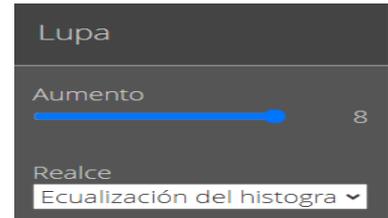
Con el software para análisis de fotogramas, Forensically, el análisis de la presente imagen nos da la siguiente información:

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Lupa.



Ilustración 28

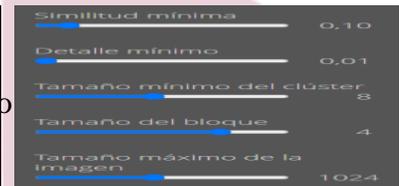


- La imagen permite un aumento de 8 y un realce en la ecuación del histograma.

Detección de Clones.



Ilustración 29

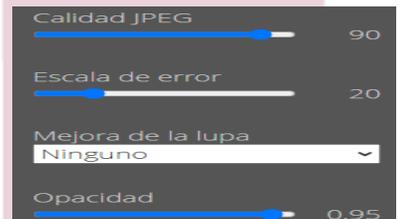


Análisis del Nivel de Error.



Ilustración 30

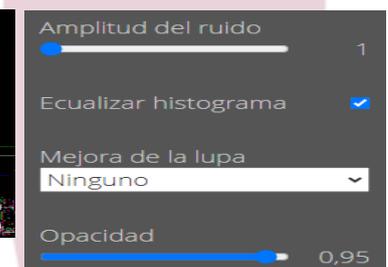
- La calidad JPEG es de 90, con una escala de error de 20 y una opacidad de 0.95.



Análisis del Ruido.



Ilustración 31



Barrido de Nivel.



Ilustración 32

- El barrido es de 1.00, el ancho de 32 y la opacidad continua de 0.95.

Gradiente de Luminancia.



Ilustración 33

- Presenta una intensidad de 2.00 y opacidad de 0.95.

Análisis de Componentes Especiales.



Ilustración 34

- Presenta un aporte de color, en modo de proyección, con un componente de 1 y opacidad de 1.00.

Con la aplicación FOREVID, se obtuvo fotogramas en archivo PNG con dimensiones de 640 x 274 con un tamaño de 136 KB.

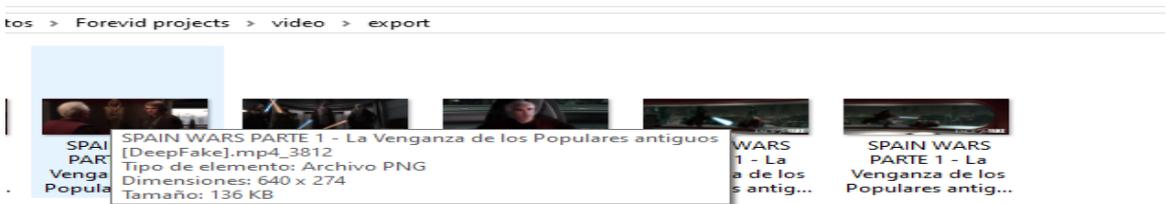


Ilustración 35

Con el software para análisis de fotogramas, Forensically, se ejecuta el presente análisis de la imagen, la cual nos da la siguiente información:

Lupa:



Ilustración 36

- Aumento de 8 y realce de ecualización de histograma.
Detección de Clones.



Ilustración 37

- Similitud mínima de 0.10, detalle 0.01, tamaño máximo de la imagen 1024.

Análisis del nivel de error.



Ilustración 38

- Calidad JPEG de 90, escala de error 20, mejora de lupa ninguna y opacidad de 0.95.



Ilustración 39

- Amplitud del ruido 1, mejora de la lupa ninguna, opacidad de 0.95.



- Barrer de 1.00, ancho de 32 y opacidad de 0.95.
- La imagen tiene una intensidad de 2.00 y la opacidad de 0.95.

Análisis de Componentes Principales.



Ilustración 40

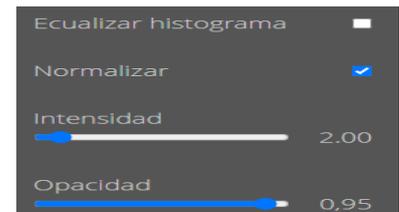
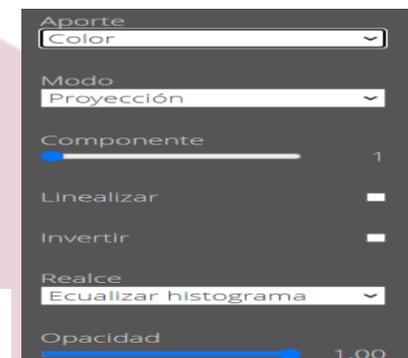


Ilustración 41



- El aporte es en color y gradiente de luminancia, el modo tiene muchas variantes como proyección, diferencia, distancia y componente, la imagen se puede linealizar, invertir y el realce permite ecualizar el histograma, el contraste elástico y ninguno, la opacidad es de 1.00.

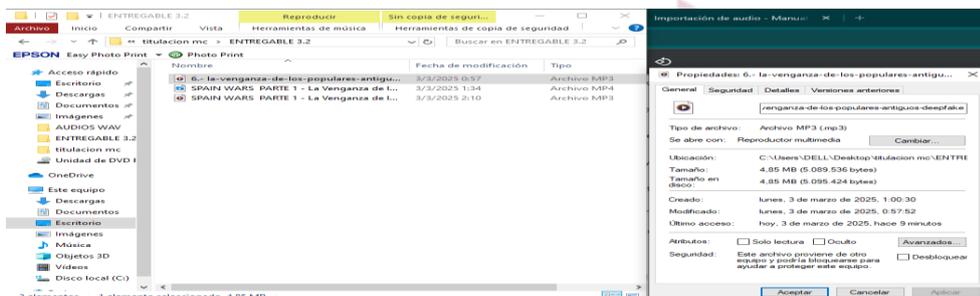
TEMA 3: ANÁLISIS DE LA EVIDENCIA DIGITAL II

URL del Video.

✚ Descargar de la plataforma cada grupo el audio correspondiente.

https://eigcampus.instructure.com/courses/683/files/46358/download?download_frd=1

Ilustración 42



Una descarga MP3 se refiere al proceso de transferir un archivo de audio en formato MP3 desde un servidor o sitio web a un dispositivo local, como una computadora o teléfono.

Definición de MP3

MP3 (MPEG Audio Layer 3) es un formato de compresión de audio que reduce el tamaño de los archivos de audio manteniendo la calidad del sonido. Fue desarrollado en la década de 1990 por un grupo de investigación de la Universidad de Hannover en Alemania (Polo, 2017)

Proceso para descargar un audio MP3

El proceso de descarga MP3 implica los siguientes pasos: -

1. Búsqueda del archivo: El usuario busca un archivo de audio en formato MP3 en un sitio web o servidor.

2. Selección del archivo: El usuario selecciona el archivo de audio que desea descargar.
3. Iniciación de la descarga: El usuario inicia la descarga del archivo de audio haciendo clic en un enlace o botón de descarga.
4. Transferencia del archivo: El archivo de audio se transfiere desde el servidor o sitio web al dispositivo local del usuario.
5. Almacenamiento del archivo: El archivo de audio se almacena en el dispositivo local del usuario, listo para ser reproducido.

-ISO/IEC 11172-3:1993: “Information technology -- Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1,5 Mbit/s -- Part 3: Audio”. Esta norma internacional define el formato MP3.

-“MP3: The Definitive Guide” de Scot Hacker (O'Reilly Media, 2000). Este libro proporciona una guía detallada sobre el formato MP3 y su uso.

-“Audio Compression: A Review” de J. D. Johnston (Journal of the Audio Engineering Society, vol. 45, no. 10, 1997). Este artículo proporciona una revisión general de la compresión de audio, incluyendo el formato MP3.

El formato MP3 se relaciona con la informática forense de varias maneras: -

El formato MP3, la informática forense y la criminalística

1. Análisis de archivos MP3: En la informática forense, se pueden analizar archivos MP3 para obtener información sobre la fuente del archivo, la fecha de creación y la posible manipulación del archivo.
2. Reconstrucción de archivos MP3: En algunos casos, se puede reconstruir un archivo MP3 a partir de fragmentos o restos de archivos encontrados en un dispositivo informático. -
3. Análisis de metadatos: Los archivos MP3 contienen metadatos que pueden ser analizados para obtener información sobre la fuente del archivo, la fecha de creación y la posible manipulación del archivo.
4. Detección de manipulación: Se pueden utilizar técnicas de análisis de audio para detectar si un archivo MP3 ha sido manipulado o alterado de alguna manera. -

5. Reconstrucción de la cadena de custodia: En la informática forense, se puede reconstruir la cadena de custodia de un archivo MP3 para determinar quién lo creó, quién lo modificó y quién lo distribuyó.

Herramientas y técnicas utilizadas por la criminalística para analizar los formatos MP3

1. Software de análisis de audio: Se pueden utilizar software de análisis de audio como Audacity, Adobe Audition o Izotope RX para analizar archivos MP3.
2. Herramientas de análisis de metadatos: Se pueden utilizar herramientas de análisis de metadatos como ExifTool o Metadata Extractor para analizar los metadatos de los archivos MP3.
3. Técnicas de análisis de audio: Se pueden utilizar técnicas de análisis de audio como la transformada de Fourier o Audacity análisis de espectro para detectar manipulación o alteración de los archivos MP3.

Realizar la limpieza del audio.

Audio sin limpiar



Ilustración 43

Proceso de limpieza del audio

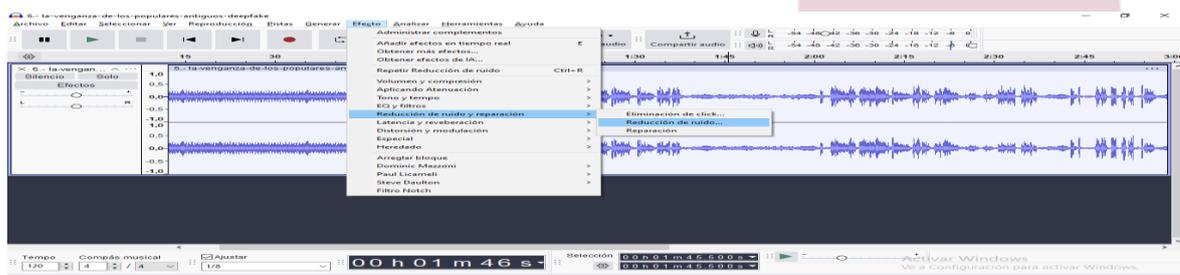


Ilustración 44

Audio limpio

Ilustración 45



Usamos audacity para este paso porque nos permite realizar la actividad de manera sencilla rápida y eficaz.

La finalidad de limpiar un audio forense es mejorar la calidad del sonido para que sea más claro y comprensible, lo que es fundamental en la investigación criminal y judicial. Esto se logra mediante la eliminación de ruidos y distorsiones que puedan interferir con la comprensión del audio (Darahuge, 2020)

Los objetivos de la limpieza de audio forense incluyen:

- Amplificar sonidos no vocálicos: Para extraer fragmentos de audio que puedan ser relevantes para la investigación, como ruidos de fondo o sonidos que puedan indicar la presencia de otras personas.
- Mejorar la inteligibilidad: Para que el audio sea más claro y comprensible, lo que es fundamental en la investigación criminal y judicial.
- Eliminar ruidos y distorsiones: Para mejorar la calidad del sonido y eliminar cualquier interferencia que pueda afectar la comprensión del audio.

Es importante destacar que la limpieza de audio forense debe ser realizada por profesionales capacitados y con experiencia en el área, ya que el proceso puede ser complejo y requiere una gran atención al detalle (Torres-Zúñiga, 2020).

✚ Exportar el fichero de audio procesado en formato WAV.

Para esta actividad utilizamos la aplicación Audacity ya que nos permite guardar nuestro audio con el formato requerido.

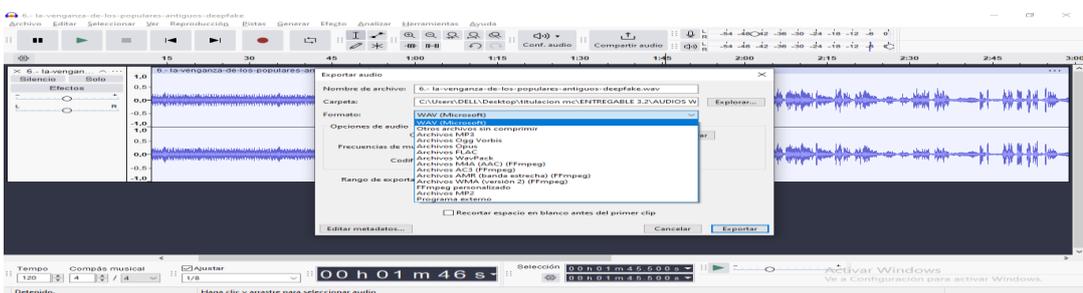


Ilustración 46



Ilustración 47

El formato WAV (Waveform Audio File Format) es un formato de archivo de audio sin compresión desarrollado por Microsoft y IBM en la década de 1990. Es un formato de audio digital que almacena datos de audio en forma de ondas, lo que permite una alta calidad de sonido.

Características del formato WAV

- Sin compresión: El formato WAV no utiliza compresión de datos, lo que significa que los archivos pueden ser grandes.
- Alta calidad de sonido: Debido a la falta de compresión, el formato WAV puede almacenar audio de alta calidad, con frecuencias de muestreo de hasta 192 kHz y resoluciones de hasta 32 bits.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Compatibilidad: El formato WAV es ampliamente compatible con la mayoría de los sistemas operativos y aplicaciones de audio.

Ventajas y desventajas del formato WAV

Ventajas:

- Alta calidad de sonido: El formato WAV puede almacenar audio de buena calidad.
- Compatibilidad: El formato WAV es ampliamente compatible.

Desventajas:

- Tamaño de archivo grande: Debido a la falta de compresión, los archivos WAV pueden ser muy grandes.
- Requiere más espacio de almacenamiento: Los archivos WAV requieren más espacio de almacenamiento que otros formatos de audio comprimidos.

✚ **Extraer el audio del video de YouTube que os fue asignado en el trabajo anterior.**

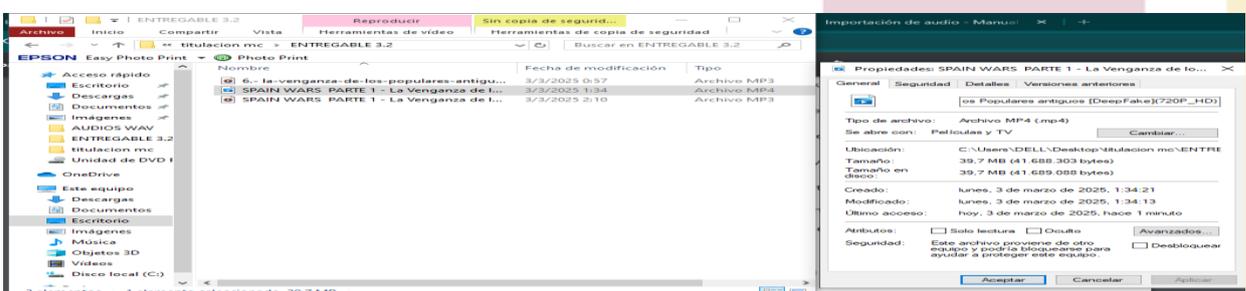


Ilustración 48

El formato MP4 (MPEG-4 Parte 14) es un formato de archivo multimedia que combina video, audio y subtítulos en un solo archivo. Es un formato de compresión de datos que reduce el tamaño del archivo manteniendo la calidad del video y el audio (Garcés C., 2018).

Características del formato MP4

- Compresión de video: El formato MP4 utiliza la compresión de video H.264 o H.265 para reducir el tamaño del archivo.
- Compresión de audio: El formato MP4 utiliza la compresión de audio AAC (Advanced Audio Coding) o AC-3 para reducir el tamaño del archivo.
- Soporte para subtítulos: El formato MP4 admite subtítulos en varios formatos, como SRT, SSA y VTT.
- Compatibilidad: El formato MP4 es ampliamente compatible con la mayoría de los dispositivos y plataformas, incluyendo smartphones, tabletas, computadoras y consolas de juegos.

Ventajas y desventajas del formato MP4

Ventajas:

- Compresión eficiente: El formato MP4 ofrece una compresión eficiente de video y audio, lo que reduce el tamaño del archivo.
- Compatibilidad amplia: El formato MP4 es ampliamente compatible con la mayoría de los dispositivos y plataformas.
- Soporte para subtítulos: El formato MP4 admite subtítulos en varios formatos.

Desventajas:

- Calidad de video: La compresión de video puede afectar la calidad del video, especialmente a baja resolución.

- Problemas de compatibilidad: Aunque el formato MP4 es ampliamente compatible, puede haber problemas de compatibilidad con algunos dispositivos o plataformas.

✚ Primera reproducción intentando encontrar indicios de manipulación como puede ser adicción u omisión de palabras o frases.

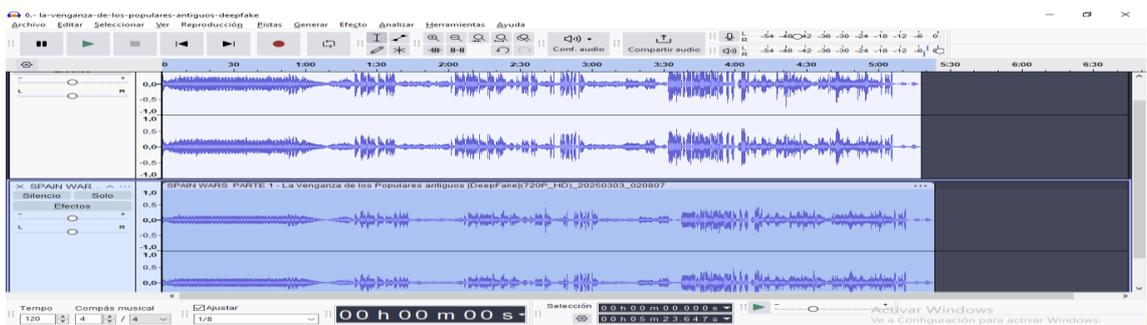


Ilustración 49

La primera reproducción de un audio es un paso crucial en el proceso de análisis y evaluación de la evidencia auditiva en un caso judicial o de investigación. A continuación, te presento algunos de los propósitos y objetivos de la primera reproducción de un audio forense:

Propósitos de la primera reproducción de un audio forense

1. Verificar la autenticidad del audio: La primera reproducción permite verificar si el audio es auténtico y no ha sido manipulado o alterado de alguna manera. -
2. Evaluar la calidad del audio: La primera reproducción permite evaluar la calidad del audio, incluyendo la claridad, la nitidez y la presencia de ruidos o distorsiones. -
3. Identificar características relevantes: La primera reproducción permite identificar características relevantes del audio, como la voz, el tono, el ritmo y el lenguaje utilizado.
4. Determinar la relevancia del audio: La primera reproducción permite determinar si el audio es relevante para el caso o la investigación, y si contiene información importante o probatoria.

Objetivos de la primera reproducción de un audio forense

1. Crear una copia de trabajo: La primera reproducción permite crear una copia de trabajo del audio, que se utilizará para el análisis y la evaluación.
2. Realizar un análisis preliminar: La primera reproducción permite realizar un análisis preliminar del audio, para identificar características relevantes y determinar la relevancia del audio.
3. Planificar el análisis detallado: La primera reproducción permite planificar el análisis detallado del audio, incluyendo la selección de técnicas y herramientas de análisis.

✚ **Análisis del formato de ondas y del espectrograma para encontrar indicios de manipulación.**

Un espectrograma de audio es una representación gráfica del audio que muestra la distribución de la energía en función de la frecuencia y el tiempo. A continuación, te presento los pasos para analizar un espectrograma de audio:

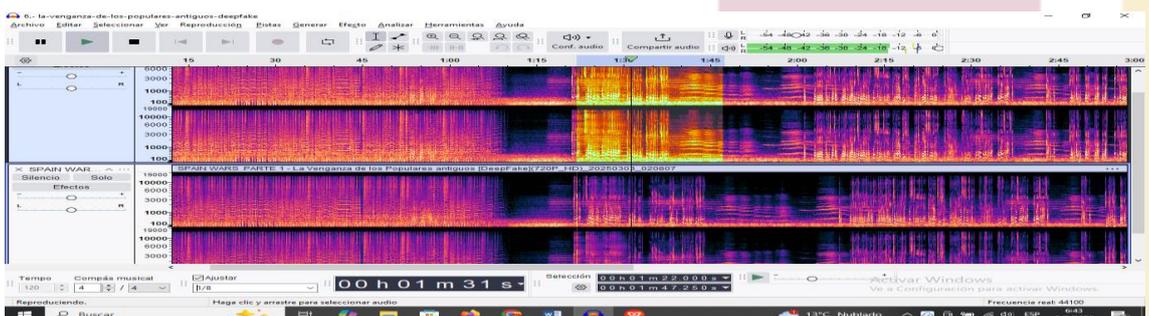


Ilustración 50

Pasos para analizar un espectrograma de audio

1. Identificar la escala de frecuencia: La escala de frecuencia se encuentra en el eje vertical del espectrograma y muestra las frecuencias presentes en el audio. -

2. Identificar la escala de tiempo: La escala de tiempo se encuentra en el eje horizontal del espectrograma y muestra la duración del audio.

3. Observar la distribución de la energía: La distribución de la energía en el espectrograma muestra la intensidad de las frecuencias presentes en el audio.

4. Identificar patrones y características: Los patrones y características presentes en el espectrograma pueden indicar la presencia de diferentes sonidos o eventos en el audio.

Elementos a considerar al analizar un espectrograma de audio

1. Frecuencias prominentes: Las frecuencias prominentes en el espectrograma pueden indicar la presencia de sonidos específicos, como voces o instrumentos musicales. -

2. Ruidos y distorsiones: Los ruidos y distorsiones presentes en el espectrograma pueden indicar problemas con la grabación o transmisión del audio. -

3. Transiciones y cambios: Las transiciones y cambios presentes en el espectrograma pueden indicar la presencia de eventos específicos, como la inicio o fin de un sonido. -

4. Estructura y patrones: La estructura y patrones presentes en el espectrograma pueden indicar la presencia de patrones rítmicos o melódicos en el audio. -

Herramientas y técnicas para analizar espectrogramas de audio

1. Software de análisis de audio: Herramientas como Audacity, Adobe Audition y MATLAB pueden ser utilizadas para analizar espectrogramas de audio. -

2. Filtros y técnicas de procesamiento: Filtros y técnicas de procesamiento como la transformada de Fourier y la transformada de wavelet pueden ser utilizadas para analizar y procesar espectrogramas de audio.

3. Técnicas de visualización: Técnicas de visualización como la representación de colores y la representación de contornos pueden ser utilizadas para visualizar y analizar espectrogramas de audio.

✚ Transcripción de los audios con speechnotes.



Ilustración 51

SPAIN WARS PARTE 1 - La Venganza de los Populares antiguos [DeepFake](720P_HD)_20250303_020807.wav

Automatically transcribed by Speechnotes on: 3/3/2025, 4:37:10 a.m.

Total recording length: 00:05:30

{ 0:59 }

La realidad, ignorada, acaba cobrándose su venganza.

Speaker 2: { 1:27 }

¿Eres consciente, verdad? Si no retomamos el control del partido, cualquier oportunidad de salvar a España desaparecerá.

Speaker 1: { 1:37 }

Percibo un complot para sustituirme al frente del partido **como unos Hilillos oscuros saliendo del aznarismo, recuerda siempre Pablo**. Es el partido el que elige el Presidente y es el Presidente.

Speaker 2: { 2:13 }

Pablo, un buen presidente debe estar dispuesto a tomar decisiones que no gustarán a muchos, incluso a los más cercanos, con quienes trabajas día a día, pues se hacen por un bien mayor, que es nuestro país. Y puedes estar seguro de que te estoy diciendo la verdad, ayúdame a relevar a Rajoy. Tenemos que hacerlo.

Speaker 3: { 2:32 }

Mariano ha hecho mucho para el.

Speaker 2: { 2:33 }

¿Partido, pero ya no estás tan seguro de sus capacidades, verdad?

Speaker 3: { 2:37 }

Sí, pero esta no es la forma correcta de actuar.

Speaker 2: { 2:40 }

El fin justifica los medios, recuperemos el poder del Partido Popular, el poder que salvará a España.

Speaker 3: { 2:55 }

Déjame hablar con Aznar.

Speaker 1: { 2:56 }

No, si lo que me has contado es cierto, te legaré el tractor, pero por ahora mantente al margen.

¿Ve y espéranos en la sede del partido? Sí.

Speaker 3: { 3:13 }

Presidente.

Speaker 2: { 3:44 }

¿Pero hombre, Mariano, veo que vienes acompañado, es esa la niña de la que tanto hablabas?

Pues sigue crecido.

Speaker 1: { 3:52 }

En nombre del Partido Popular y de mí mismo estás expulsado José María.

Speaker 2: { 3:57 }

¿Acaso crees que el partido te apoyará?

Speaker 1: { 4:00 }

El partido ratificará mi decisión.

Speaker 2: { 4:02 }

Yo soy el partido.

Speaker 1: { 4:04 }

Ya no vaya ser, señor Aznar.

Speaker 2: { 4:08 }

¿Entonces, esto es traición?

Speaker 1: { 5:13 }

José María, tus intenciones con el partido ya tal.

--- End of transcript ---

6.- la-venganza-de-los-populares-antiguos-deepfake.wav

Automatically transcribed by Speechnotes on: 3/3/2025, 5:06:59 a.m.

Total recording length: 00:05:18

{ 0:53 }

La realidad, ignorada, acaba cobrándose su venganza.

Speaker 2: { 1:21 }

¿Eres consciente, verdad? Si no retomamos el control del partido, cualquier oportunidad de salvar a España desaparecerá.

Speaker 1: { 1:30 }

Percibo un complot para sustituirme al frente del partido, es el partido el que elige el Presidente y es el Presidente.

Speaker 2: { 2:01 }

Pablo, un buen presidente debe estar dispuesto a tomar decisiones que no gustarán a muchos, incluso los más cercanos, con quienes trabajas día a día, pues se hacen por un bien mayor, que es nuestro país. Y puedes estar seguro de que te estoy diciendo la verdad, ayúdame a relevar a Rajoy. Tenemos que hacerlo.

Speaker 3: { 2:20 }

Mariano ha hecho mucho por el.

Speaker 2: { 2:21 }

¿Partido, pero ya no estás tan seguro de sus capacidades, verdad?

Speaker 3: { 2:25 }

Sí, pero esta no es la forma correcta de actuar.

Speaker 2: { 2:28 }

El fin justifica los medios, recuperemos el poder del Partido Popular, el poder que salvará a España.

Speaker 3: { 2:42 }

Déjame hablar con Aznar.

Speaker 1: { 2:44 }

No, si lo que me has contado es cierto, te legaré el tractor, pero por ahora mantente al margen.

¿Ve y espéranos en la sede del partido? Sí.

Speaker 3: { 3:00 }

Presidente.

Speaker 2: { 3:32 }

Pero hombre, Mariano, veo que vienes acompañado, es esa la niña de la que tanto hablabas, pues sigue agradecido.

Speaker 1: { 3:39 }

En nombre del Partido Popular. Y de mí mismo estás expulsado José María.

Speaker 2: { 3:45 }

¿Acaso crees que el partido te apoyará?

Speaker 1: { 3:47 }

El partido ratificará mi decisión.

Speaker 2: { 3:50 }

Yo soy el partido ya.

Speaker 1: { 3:52 }

No váyase, señor Aznar.

Speaker 2: { 3:56 }

¿Entonces, esto es traición?

Speaker 1: { 5:00 }

José María, tus intenciones con el partido ya tal.

--- End of transcript ---

Para nuestra transcripción hemos utilizado la aplicación speechnotes, ya que, las transcripciones en un audio forense son una herramienta fundamental para analizar y evaluar la evidencia auditiva en un caso judicial o de investigación. A continuación, presentamos algunos de los propósitos y objetivos de las transcripciones en un audio forense:

Propósitos de las transcripciones en un audio forense

1. Convertir el audio en texto: Las transcripciones permiten convertir el audio en texto, facilitando la lectura y análisis de la evidencia auditiva.
2. Identificar y documentar la evidencia: Las transcripciones permiten identificar y documentar la evidencia auditiva, lo que es fundamental en un caso judicial o de investigación.
3. Facilitar la búsqueda y el análisis: Las transcripciones permiten buscar y analizar la evidencia auditiva de manera más eficiente, lo que puede ayudar a identificar patrones y tendencias.
4. Mejorar la comprensión y la interpretación: Las transcripciones pueden ayudar a mejorar la comprensión y la interpretación de la evidencia auditiva, lo que es fundamental en un caso judicial o de investigación.

Objetivos de las transcripciones en un audio forense

1. Crear un registro permanente.
2. Facilitar el intercambio de información y la colaboración.
3. Mejorar la precisión y la exactitud.

TEMA 4: EFICACIA DE LA VIDEOVIGILANCIA Y EL PROCESAMIENTO DE VÍDEO DIGITAL EN LA RESOLUCIÓN DE CRÍMENES CON ARMA DE FUEGO EN ECUADOR

Introducción

Ecuador ha experimentado un incremento alarmante en la violencia armada. En 2024, se registraron 6.986 muertes violentas, con una reducción del 15% respecto a 2023; sin embargo, enero de 2025 registró 658 muertes, convirtiéndose en el enero más violento de la última década. Además, nueve de cada diez personas en Ecuador mueren por disparos de armas de fuego.

En este contexto, adoptar tecnologías como la **videovigilancia y el procesamiento digital de vídeo** ha transformado la criminalística, permitiendo una recopilación y análisis más eficientes de evidencias en escenas del crimen. Estas herramientas facilitan la identificación de sospechosos y la reconstrucción de eventos delictivos, prueba de ello es ECU 911, que coordina emergencias y gestiona información de videovigilancia, así como también, las diferentes cámaras municipales y privadas que contribuyen a la seguridad, aunque su cobertura y calidad varían.

Bajo esta premisa, es preciso analizar, **¿cómo la videovigilancia y el procesamiento digital de vídeo contribuyen en la investigación y resolución de crímenes cometidos con armas de fuego en Ecuador?**

Desarrollo

1. **Videovigilancia.**- Es el uso de sistemas de cámaras para monitorear y grabar actividades en espacios públicos y privados, con el fin de prevenir y documentar delitos (Campos, 2017).

2. **Procesamiento de vídeo digital.-** Involucra técnicas como mejora de imagen, análisis forense, identificación de rostros y lectura de matrículas vehiculares, utilizadas para extraer información relevante de grabaciones (Campos, 2017).
3. **Criterios generales de pertinencia pericial de la prueba.-** Son las **condiciones mínimas que deben cumplirse para que una prueba pueda ser objeto de un análisis técnico o científico** por parte de un perito y que dicho análisis tenga valor dentro de una investigación o juicio. Para el efecto, se deberá considerar lo siguiente: (Campos, 2017)
 - **Relevancia.-** Que la prueba tenga relación directa con los hechos investigados.
 - **Viabilidad técnica.-** Que exista la posibilidad real de realizar el análisis con los recursos y conocimientos disponibles.
 - **Claridad en la solicitud.-** Que se indique de forma específica qué se busca con el análisis pericial.
 - **Autenticidad y custodia.-** Que el indicio esté debidamente identificado y resguardado bajo la cadena de custodia.
 - **Competencia del perito.-** Que la persona encargada del análisis cuente con la formación y certificaciones necesarias.
4. **Etapas de recolección y almacenamiento (procesamiento) del video digital** (Espala, 2020)

Obtención de archivos	
1	Se identificó el archivo con el video a analizar a partir del medio de almacenamiento.
Recolección de archivos	
1	Se describió el medio de almacenamiento, fuente en la que se encontraba la muestra de video, como pueden ser: USB, teléfono móvil, computadora portátil, computadora de escritorio, disco óptico, sitio <i>web</i> en Internet, entre otros.
2	Se describieron los medios técnicos para obtener el video.
3	Se describieron las características de la grabación en el archivo por analizar, por ejemplo, los fotogramas por segundo (<i>frame rate</i>).
4	Se registró quién entrego el archivo de video a la autoridad.
5	Se consideraron las condiciones específicas para asegurar la conservación, protección y la no alteración de la información contenida en el medio de almacenamiento, entre las que se encuentran el registro del nombre del archivo de interés y el HASH.
Traslado y cadena de custodia	
1	Se realizó el registro completo de todas las personas intervinientes durante el traslado del medio de almacenamiento que contiene el video, hasta la recepción del indicio en el laboratorio, o bien, en bodega temporal de indicios.
2	Durante el traslado del medio de almacenamiento del video se aplicaron las medidas de protección correspondientes al tipo de empaque-embalaje y su respectivo inventario, con la finalidad de que no se altere su fidelidad, autenticidad y contenido.
3	El traslado se realizó sin demora para asegurar la conservación física del medio de almacenamiento del video y así evitar su pérdida o alteración.
Almacenamiento del video digital	
1	En la recepción del indicio electrónico se verificó la correspondencia de datos en el RCC, en el caso de que el video digital se encuentre almacenado en un dispositivo electrónico.
2	Durante el almacenamiento del indicio electrónico, en la bodega temporal o de indicios se aplicaron las medidas de protección correspondientes, en el caso de que el video digital se encuentre almacenado en un dispositivo electrónico.

Ilustración 52

Fallas y/o circunstancias tolerables en el procesamiento del video digital	
1	Grabaciones de video muy largas que hayan sido segmentadas para facilitar el procesamiento y análisis, sin alterar su contenido.
2	Falta de concordancia entre los datos contenidos en alguno de los siguientes elementos: oficio de petición, el RCC y en el embalaje; respecto de los datos de carpeta de investigación: nombre de las víctimas, inculpados, testigos y otros, así como en el número y descripción de los indicios.
3	En el caso de que el video se encuentre almacenado en un dispositivo electrónico, se presente ruptura de la trazabilidad del indicio electrónico durante el procesamiento (recolección, documentación fotográfica y embalaje) y traslado.
4	En el caso de que la muestra de video se encuentre almacenada en un dispositivo electrónico, existe un uso inadecuado del RCC al dejarlo incompleto, no registrar a todos los intervinientes o no acompañar en todo momento al indicio.

Ilustración 53

Obtención de archivos

- Es esencial asegurar, mediante el Registro de Cadena de Custodia (RCC), que el video proviene del medio original.
- Si hay múltiples archivos en el dispositivo, se debe indicar con precisión la ruta y nombre del archivo a analizar.
- Se recomienda consultar las normas NMX-I-27037-NYCE-2015 y NMX-I-289-NYCE-2016 para garantizar buenas prácticas en calidad y análisis forense de datos.

Recolección

- El medio de almacenamiento debe ser descrito, ya que puede implicar limitaciones técnicas (por ejemplo, si es obsoleto).
- Para videos obtenidos en línea, debe documentarse todo el proceso: URL, formato, calidad, software usado, etc.
- Es clave describir el tipo de grabación (movimiento, velocidad de imágenes, etc.), ya que influye en el análisis.
- Se debe detallar cómo se obtuvo el video (autoridad, testigo, participante, representante legal).
- Los dispositivos deben ser asegurados contra manipulación remota o física (jaulas de Faraday, precintos, embalajes especiales).

Traslado y cadena de custodia

- Se debe registrar a todas las personas que manipulan el medio de almacenamiento.
- Precauciones:
 - Aislamiento electromagnético (bolsas metálicas, jaulas de Faraday)
 - Protección física (espuma, evitar doblar sobres, no rayar discos)
- Aunque el video no es perecedero, debe trasladarse en el menor tiempo posible para evitar sospechas de alteración.

Almacenamiento

- Al acceder al archivo, se debe generar un **HASH (ej. SHA-256)**, que actúa como identificador único para garantizar la autenticidad.
- La bodega debe estar organizada, diferenciando claramente entre indicios procesados y no procesados.
- Condiciones recomendadas: temperatura ambiente, ventilación, sin humedad ni exposición al sol.

Errores que descartan el procesamiento

- Si el video es una grabación de un monitor o pantalla (no el original), pierde valor para análisis de autenticidad.
- También se descarta si está dañado, encriptado o alterado antes del análisis.

Fallas o circunstancias tolerables

- Un video largo puede dificultar el análisis por sus requerimientos técnicos.
- Puede analizarse una sección específica para optimizar recursos, siempre que se documente con HASH y RCC para mantener trazabilidad.

5. Etapa de análisis (Espala, 2020)

Trabajo preliminar al análisis del video digital	
1	La persona experta accedió al video de interés contenido en el medio de almacenamiento.
2	En el caso de los videos digitales grabados en dispositivos removibles para CD, DVD o memorias flash, la persona experta realizó una copia verificada por HASH del video de interés en otro dispositivo de almacenamiento.
Fuente del video digital	
1	La persona experta buscó digitalmente en Internet la posible fuente del video o antecedentes de su publicación.
2	Se realizó un análisis de metadatos con el fin de identificar el autor, dispositivo de grabación o edición, fecha y lugar donde se generó el video.
Análisis de información de la imagen digital	
1	Se realizó un análisis de metadatos para asegurar su coherencia con las imágenes.
2	Se analizó la estructura binaria del archivo.
3	Se analizaron tablas de cuantificación entre los fotogramas.
4	Se realizó una búsqueda de artefactos por efectos de lentes.
5	Se realizó un análisis de niveles de error (<i>Error Level Analysis</i> , ELA) entre los fotogramas.
6	Se hizo un análisis del estado de los píxeles en la estructura de las imágenes.
7	Se realizó un análisis para identificar objetos clonados entre fotogramas.
8	Se estudió la coherencia de luces y sombras en escena de la imagen.
9	Se realizó un estudio para calcular la hora solar y geolocalización.
10	Se realizó un análisis fotogramétrico de los objetos de referencia y las personas.
11	Se realizó un estudio de la integridad de los fotogramas por convolución.
12	Se revisó la integridad del video mediante un sistema tipo red neuronal.
Errores que descartan el análisis del video digital	
1	Realizar análisis sin documentar su proceso, de modo que resulte imposible repetir las operaciones por otra persona experta.
2	Falta de documentación sobre las tasas de incertidumbre y tasas de confiabilidad de las técnicas utilizadas en los análisis específicos.
Fallas y/o circunstancias tolerables en el análisis del video digital	
1	Utilización de <i>software</i> sin certificación o que provenga de una empresa o compañía privada o institución pública.
2	Se carece del tiempo preciso de grabación (que incluye a la hora solar) y ubicación exacta de la grabación del video.

Ilustración 54

Trabajo preliminar al análisis

- Si no se cuenta con el video digital, no puede realizarse el análisis.
- El análisis debe hacerse sobre una **copia bit a bit** del archivo original, validada mediante un **HASH**, que asegura la autenticidad y preserva la integridad del archivo.

Fuente del video

- Se recomienda buscar el video en Internet y redes sociales, incluso si se conoce su fuente, para **verificar si ya existía públicamente** y detectar posibles falsificaciones.
- Los **metadatos** del archivo (fecha, autor, dispositivo, localización, etc.) son clave para la autenticación, pero pueden perderse si el video fue editado o comprimido.

Análisis de la información

- **Metadatos:** Su análisis puede revelar si el video es falso, aunque su ausencia no invalida la prueba.
- **Estructura binaria:** Requiere estudios matemáticos con incertidumbre documentada.
- **Tablas de cuantificación:** Permiten comparar videos con referencias para detectar alteraciones o identificar el dispositivo de origen.
- **Artefactos visuales:** Distorsiones ópticas o píxeles anómalos pueden indicar manipulación.
- **ELA (Error Level Analysis):** Detecta diferencias de compresión en objetos y fondos que podrían revelar edición.
- **Capas y píxeles ocultos:** Revisar la estructura del archivo en busca de ediciones.
- **Búsqueda de clonación de objetos:** Algoritmos detectan duplicación de elementos en imágenes o videos.
- **Análisis de sombras, reflejos y luces:** Incoherencias físicas pueden evidenciar montaje.
- **Hora solar y geolocalización:** Se comparan con los metadatos y la escena, aunque su ausencia no invalida el análisis.
- **Mediciones de distancias y objetos:** Pueden comprobarse en campo y aportar a otras pruebas como la identificación de personas.
- **Técnicas de convolución:** Algoritmos que ayudan a identificar videos alterados.
- **Detección de deepfakes:** Requiere software especializado con redes neuronales (deep learning) para su identificación.

Errores que descartan el análisis

- La **falta de documentación** que permita replicar y verificar el análisis invalida el estudio.
- Es obligatorio documentar las tasas de incertidumbre y confiabilidad de las técnicas utilizadas.

Fallas o circunstancias tolerables

- Se pueden usar herramientas de diferentes desarrolladores, siempre que se documente todo el procedimiento.
- La **ausencia de metadatos sobre tiempo o ubicación** no invalida el análisis, especialmente si el entorno (como interiores cerrados) impide registrar esos datos.

6. Etapa de presentación de resultados (Espala, 2020)

Resultados	
1	Se reporta el origen fuente del archivo.
2	Se reporta el medio de almacenamiento que recibió la persona experta.
3	Se reporta que se tomaron las medidas de preservación del video original.
4	Se reporta el identificador HASH del video digital analizado.
5	Se reporta el formato o tipo de grabación del archivo de video.
6	Se reportan los intervalos entre fotogramas (<i>frames</i>) analizados y se enfatiza sobre los fotogramas que presentaron indicios de manipulación.
7	Se reportan los fotogramas y zonas de la imagen donde se realizó un proceso de amplificación (<i>zoom</i>).
8	El reporte se complementa con capturas de pantalla indicando el tiempo de reproducción y al fotograma correspondiente al video.
9	En caso de requerir impresiones de las imágenes del video de interés, se consideró la relación entre aspecto y tamaño.
10	El reporte detalla las herramientas de análisis utilizados, los algoritmos empleados y los comandos ejecutados en cada etapa del proceso de estudio.
11	Se indican los análisis realizados y, en su caso, que el video analizado reprobó.
12	Se reportan las tasas de incertidumbre o confiabilidad de las técnicas realizadas.
Errores que descartan los resultados	
1	Falta de documentación de las tasas de incertidumbre y tasas de confiabilidad de las técnicas utilizadas en los análisis específicos.
2	Falta de figuras, imágenes o capturas de pantalla que resuman o ejemplifiquen que el video es falso.
3	Si el HASH reportado no es trazable en el Registro de Cadena de Custodia (RCC) del video digital que se debía de estudiar.
Fallas y/o circunstancias tolerables en los resultados	
1	Variaciones en el formato de presentación de los resultados en cuanto al orden y detalles del contenido.

Ilustración 55

Resultados esperados del análisis

- Se debe investigar **el origen del video**, incluyendo el análisis de metadatos, escenas o redes sociales.

- Informar el **tipo de medio de almacenamiento** y confirmar que se aplicaron medidas de **preservación del video**.
- Incluir el **HASH** como identificador digital del archivo.
- Especificar el **formato del archivo de video**.
- Indicar **entre qué fotogramas** se realizó el análisis y si se detectaron alteraciones.
- Reportar si se hicieron **acercamientos o mejoras digitales** a los fotogramas; si no, justificar la omisión.
- Pueden incluirse **imágenes clave** que respalden los hallazgos.
- Verificar si el video sigue un **estándar de codificación** (como ITU-601); si no, hacer correcciones para representar fielmente la imagen.
- Detallar **todo el proceso de análisis** para asegurar su **repetibilidad** por otra persona experta.
- **Enumerar los análisis** realizados, destacando aquellos que mostraron manipulación.
- Reportar las **tasas de incertidumbre o confiabilidad** de cada técnica empleada.

Errores que invalidan los resultados

- No reportar la **confiabilidad del análisis**, lo que contraviene estándares como el **Daubert**.
- Omitir **resultados visuales** cuando se determina que el video es falso.
- Falta o error en el **HASH del archivo**: si no coincide con el original, debe explicarse el motivo y documentarse en el Registro de Cadena de Custodia.

Fallas o variaciones tolerables en el reporte

- Puede variar el **formato o estructura** del informe (orden de resultados, uso de imágenes o tablas).
- Lo importante es que el **proceso esté bien documentado** para permitir su verificación y repetición por otra persona experta.

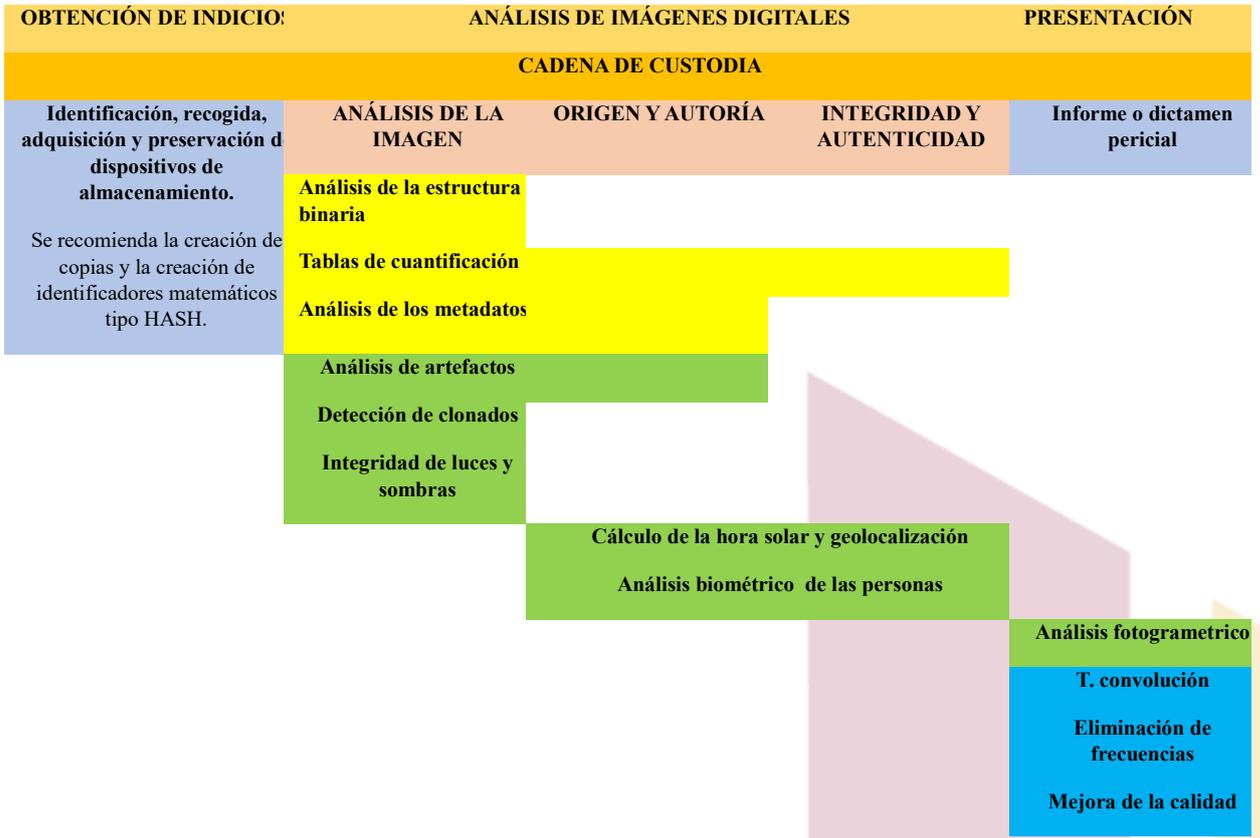
Conclusión

La videovigilancia y el procesamiento digital de video representan recursos fundamentales en la lucha contra los delitos cometidos con armas de fuego en Ecuador. Su correcta implementación puede potenciar significativamente las investigaciones criminales,

facilitando la identificación de sospechosos, la reconstrucción de hechos y la obtención de pruebas visuales con alto valor probatorio.

Sin embargo, su eficacia no depende únicamente de la tecnología, sino también de la **formación especializada de los operadores**, del uso de **protocolos técnicos forenses** y del respaldo de **marcos legales claros**. En este contexto, la **Ley Orgánica de Protección de Datos Personales** cumple un papel crucial al establecer límites y responsabilidades en el uso de sistemas de videovigilancia, buscando un equilibrio entre la **seguridad ciudadana** y el **respeto a los derechos fundamentales**, como la privacidad y la protección de datos.

Por tanto, el verdadero impacto de estas herramientas dependerá de una política pública integral que combine tecnología, ética, legalidad y capacitación, garantizando que el uso de la videovigilancia contribuya efectivamente a la justicia sin vulnerar las libertades individuales.



	Técnicas de informática forense
	Técnicas de análisis de imágenes
	Técnicas de procesamiento de imágenes

Ilustración 56

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

CAPÍTULO IV

MEDICINA LEGAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Introducción

La **medicina forense y legal** cumple una función esencial en la **indagación de fallecimientos**, especialmente cuando estos ocurren en contextos **violentos o con sospechas de criminalidad**. Esta disciplina se divide principalmente en tres áreas: el examen de los **procesos postmortem**, el estudio de **lesiones desde la perspectiva de la patología forense**, y la práctica de **autopsias legales**.

Los **procesos cadavéricos**, que abarcan transformaciones tempranas como el **enfriamiento corporal (algor mortis)**, la **rigidez muscular (rigor mortis)** y la **lividez postmortem (livor mortis)**, así como fases avanzadas como la **descomposición** y la **esqueletización**, son claves para calcular el **intervalo post mortem**. Su adecuada observación permite establecer una estimación del momento del deceso y analizar el entorno en que este ocurrió.

En el campo de la **patología forense**, es indispensable la **evaluación y documentación precisa de las heridas**. Esta labor, que inicia en la escena del levantamiento del cuerpo y continúa durante la necropsia, exige una **metodología detallada y organizada**. La correcta lectura de las **lesiones corporales** permite reconstruir los hechos que condujeron al deceso y clasificar su causa como **accidental, homicida o suicida**.

Por otro lado, la **autopsia judicial** representa un procedimiento crucial, sobre todo en situaciones de muerte complejas. Este análisis demanda no solo **conocimientos teóricos profundos**, sino también **destrezas prácticas en medicina forense y criminalística**. Implica

desde el estudio del **mecanismo de fallecimiento** hasta la determinación de la **fecha aproximada de muerte**, lo cual requiere observación minuciosa, pensamiento lógico y capacidad para comunicar hallazgos con claridad.

En conjunto, todos estos aspectos constituyen el fundamento de la **investigación médico-legal**, ayudando a la **impartición de justicia**, al desarrollo del conocimiento forense y al esclarecimiento de hechos en casos de muertes con indicios de violencia o criminalidad. La **precisión técnica, imparcialidad y ética profesional** son pilares esenciales en este ámbito, donde cada pequeño indicio puede ser determinante para **descubrir la verdad y garantizar la justicia**.

TEMA 1: FENÓMENOS CADAVÉRICOS IDENTIFICACIÓN Y RELACIÓN CON LA DATA DE LA MUERTE

Introducción

Los **fenómenos cadavéricos** son cambios de tipo **físico y químico** que se manifiestan en el cuerpo humano después del fallecimiento. Se definen como “las alteraciones que experimenta el organismo una vez que cesan las funciones vitales, al estar expuesto a diversas influencias externas e internas”. Estos procesos son esenciales en el campo de la **medicina legal y la criminalística**.

La **tanatología forense** los clasifica en dos grandes grupos: **fenómenos cadavéricos tempranos y tardíos**. Entre los primeros se encuentran el **descenso de la temperatura corporal (algor mortis)**, la **rigidez muscular postmortem (rigor mortis)**, y la **aparición de manchas livideces (livor mortis)**. Los procesos tardíos comprenden la **putrefacción**, la **momificación**, la **formación de adipocira** y la **esqueletización**.

El análisis de estos fenómenos es clave para estimar el **tiempo que ha pasado desde la muerte**, conocido como **cronotanatodiagnóstico** o **data de fallecimiento**. Como indica **Gisbert Calabuig**, - “el estudio de los fenómenos cadavéricos es uno de los pilares fundamentales de la tanatología forense, ya que ofrece información muy valiosa para resolver cuestiones médico-legales”.

Una evaluación precisa de estos cambios permite a los expertos forenses:

- **Determinar una estimación temporal del momento del fallecimiento.**
- **Analizar las circunstancias en las que ocurrió la muerte.**
- **Detectar posibles movimientos o manipulaciones del cadáver.**

- **Confirmar o rechazar teorías en investigaciones de muertes dudosas o violentas.**

No obstante, interpretar estos signos puede resultar complejo, ya que su desarrollo puede verse afectado por múltiples factores, como la **temperatura ambiente**, la **presencia de humedad** o las **características particulares del individuo fallecido**.

Este trabajo se centrará en el reconocimiento y análisis visual de distintos **fenómenos cadavéricos**, observando su **manifestación, evolución y relevancia** dentro del contexto forense.

1. Generalidades

Los **fenómenos cadavéricos** son **modificaciones físicas y químicas** que se presentan en el cuerpo humano tras el fallecimiento (Gisbert Calabuig, 2018). Se entienden como “los cambios que ocurren en el organismo una vez que cesan las funciones bioquímicas vitales, al estar sometido a diversas condiciones externas”, siendo elementos clave en el campo de la **medicina legal** y la **investigación criminal**.

La **tanatología forense** los clasifica en dos grandes grupos: **fenómenos cadavéricos precoces y avanzados** (Di Maio y Dana, 2019). Entre los **tempranos** se encuentran el **descenso de la temperatura corporal** (algor mortis), la **rigidez post mortem** (rigor mortis), y las **manchas hipostáticas** (livor mortis). Los **tardíos** comprenden la **descomposición orgánica** (putrefacción), la **conservación natural del cuerpo por deshidratación** (momificación), la formación de **adipocira** (una sustancia similar a la cera), y la **reducción esquelética** del cadáver (esqueletización).

El análisis de estos cambios resulta esencial para estimar el **intervalo post mortem**, también conocido como **cronotanatodiagnóstico** o **estimación del momento de la muerte**. Tal como destaca Gisbert Calabuig, “la evaluación de los fenómenos cadavéricos es una de las bases más importantes de la tanatología forense, debido a que proporciona información de gran utilidad para resolver casos médico-legales” (Patitó, 2020).

La **observación precisa y el estudio detallado** de estos procesos permiten a los peritos forenses:

- Determinar un **rango estimado del momento del fallecimiento**.
- **Analizar el entorno o contexto** en el que ocurrió la muerte.
- **Identificar indicios** de posibles movimientos o alteraciones del cuerpo.

- **Verificar o descartar hipótesis** en situaciones de muertes con características inusuales o sospechosas. (Saukko y Knight, 2017)

No obstante, la interpretación de estos signos puede ser compleja, ya que factores como el **clima**, la **humedad ambiental** y las **particularidades del individuo fallecido** pueden influir significativamente en la rapidez con que se presentan o evolucionan.

Este estudio se centrará en la **observación visual y análisis forense** de diferentes fenómenos cadavéricos mediante imágenes, investigando su aparición, desarrollo y relevancia dentro del proceso investigativo. El propósito es **fortalecer la capacidad para identificar estos signos post mortem** y entender su papel fundamental en la **estimación del tiempo de muerte**, una competencia clave para todo profesional forense.

2. Planteamiento del caso

ENTREGABLE 1

IMAGEN No. 1



Ilustración 57

- ✚ 1.- ¿Qué fenómeno o fenómenos cadavéricos (si existen más de uno) se muestra en la ilustración? ¿Ocurre en el cadáver recién fallecido o de manera posterior? Explicó qué tipo de datos brinda al análisis criminalístico de manera general, basándose en lo que se puede apreciar en la imagen.

En la primera imagen se observa un cadáver de sexo femenino, identificado por su ropa interior y las características de sus uñas, encontrándose en posición de decúbito supino al momento en que se tomó la fotografía. El cuerpo de la víctima ha sido movido en el momento de la captura de la imagen. Los fenómenos cadavéricos más notorios que se identifican son tres, los cuales corresponden a etapas iniciales en la descomposición.

- a) **Algor mortis:** Fenómeno propio del cadáver reciente (inmediato o precoz), que se manifiesta a través del enfriamiento del cuerpo post mortem.
 - b) **Livor mortis:** También correspondiente al cadáver reciente (inmediato o precoz), se caracteriza por la aparición de lividez en las áreas del cuerpo donde la sangre, debido a la gravedad, se acumula, presentando un color rojizo.
 - c) **Rigor mortis:** Fenómeno relacionado con el cadáver reciente (inmediato o precoz), en el cual se observa la rigidez muscular post mortem.
- ✚ **2.- ¿Cuándo comienza a aparecer tras instaurarse el fenómeno de la muerte? ¿Cuánto tarda en formarse completamente? Realice una breve descripción acerca de cómo evoluciona este fenómeno en el tiempo de forma general. Posteriormente, y ya atendiendo al caso de la fotografía, calcule la data de la muerte atendiendo a la evolución del fenómeno cadavérico (o fenómenos si detecta más de uno) que observa en la imagen.**
- a) **Algor mortis:** Aproximadamente dos horas después del fallecimiento, se empieza a manifestar el enfriamiento del cuerpo en las extremidades, como orejas, manos y pies. A las 12 horas, el cuerpo en su totalidad se percibe frío, salvo en áreas como los pliegues axilares e inguinales, donde el calor puede mantenerse por más tiempo, dependiendo de las condiciones ambientales. Este fenómeno puede ser determinado en conjunto con la observación del **livor mortis**.
 - b) **Livor mortis:** Aproximadamente 45 minutos después de la muerte, la circulación sanguínea se asienta debido a la gravedad. A las dos horas, comienzan a ser visibles las manchas en las áreas del cuerpo que están en contacto con el suelo, especialmente en la parte posterior. Después de entre 10 y 12 horas, las manchas cubrirán completamente las zonas en contacto con el suelo, excepto en aquellas áreas que están sometidas a presión directa. En la imagen se puede observar una mancha

blanca en la zona de la columna torácica, donde la presión del cuerpo sobre el suelo impide la acumulación de sangre.

- c) **Rigor mortis:** Se observa que el brazo izquierdo, colocado en una posición anatómica junto al tórax o con la mano sobre el pecho, no cae al intentar mover el cuerpo. Esto indica que el **rigor mortis** comienza a manifestarse entre las 2 y 3 horas después de la muerte en zonas específicas del cuerpo. Entre las 10 y 12 horas, el rigor alcanza su máximo grado, alcanzando su punto máximo de rigidez a las 24 horas. Posteriormente, entre las 36 y 48 horas, este fenómeno empieza a disminuir.

En la imagen no se aprecian fenómenos cadavéricos tardíos. En cuanto a la estimación del tiempo de muerte, el análisis del **livor mortis** sugiere una muerte ocurrida entre 12 y 18 horas antes de la observación, con la presencia de livideces fijas.

✚ 3.- ¿Cómo y cuándo el perito que realiza la investigación debe valorar este proceso? ¿Cómo debe proceder en su exploración? (Indique cómo lo haría usted).

El proceso de evaluación comienza con la observación detallada de la escena y, posteriormente, del cuerpo. Para determinar el **algor mortis**, se puede medir la temperatura en áreas como la ingle o las axilas, para verificar si el cuerpo está frío o si ya han transcurrido 12 horas, lo que también puede ser comprobado en órganos internos, como el hígado.

En cuanto al **livor mortis**, es necesario verificar si las livideces observadas corresponden al primer o segundo grado. Esto se puede determinar moviendo el cuerpo para comprobar si las manchas de lividez se desplazan, o bien presionando las áreas afectadas y observando si el retorno del llenado capilar ocurre o no.

Para el **rigor mortis**, se evalúa la flacidez del cuerpo durante las primeras 2 a 3 horas post mortem. Después de este período, el rigor mortis se manifiesta, comenzando por los músculos de la mandíbula, seguido por los músculos faciales, del cuello, extremidades superiores, tronco y extremidades inferiores, alcanzando su máximo grado de rigidez a las 24 horas. Entre las 36 y 48 horas posteriores a la muerte, el rigor comienza a ceder y el cuerpo vuelve a adquirir su estado de flacidez.

- ✚ **4.- En ciertas situaciones, algunos fenómenos cadavéricos pueden ofrecer otro tipo de datos útiles en la investigación de una muerte violenta o facilitan la realización de ciertos tipos de análisis complementarios. Si la imagen que está examinando es el caso, coméntelo de manera lógica.**

En la imagen se está evaluando si ha habido algún cambio en la lividez para determinar el intervalo de tiempo de la muerte. El análisis se enfoca en identificar si existe lividez de segundo grado o si hay desplazamiento de la lividez primaria, siendo esta la que se presenta cuando el cuerpo cambia de posición. En este caso, el cuerpo está apoyado sobre el lado izquierdo, pero no se observa movimiento de la lividez, debido a que es fija, lo que sugiere que la estimación del tiempo de muerte podría situarse entre 12 y 18 horas.

El **rigor mortis** también proporciona información relevante sobre los eventos ocurridos justo antes del fallecimiento. Se puede observar que el brazo izquierdo está flexionado hacia el pecho, lo que sugiere que la víctima podría haber estado sosteniendo un objeto en las manos al momento de la muerte, lo cual podría ser crucial para la resolución del caso.

IMAGEN No. 2



Ilustración 58

- ✚ 1.- ¿Qué fenómeno o fenómenos cadavéricos (si existen más de uno) se pueden observar en la imagen? ¿Ocurre en el cuerpo muerto reciente o de manera posterior? Comente qué tipo de información se ofrece al análisis criminalístico de manera general, basándose en lo que se puede observar en la imagen.

En la imagen se pueden identificar dos fenómenos cadavéricos principales: -

- **Livor mortis (livideces cadavéricas):** - Se observa un tono purpúreo en la piel de las zonas más bajas del cuerpo, como resultado de la acumulación sanguínea debido a la gravedad, tras el cese de la actividad cardíaca. Este fenómeno es característico de las primeras etapas post-mortem. -
- **Lividez post-mortem:** - Las manchas de color rojo-purpúreo indican que la sangre se ha acumulado en los vasos sanguíneos debido a la interrupción de la circulación. -

Estos fenómenos se presentan durante las primeras fases posteriores al fallecimiento.

La mancha verde abdominal que se observa en la imagen es un fenómeno cadavérico conocido como **hipostasis verde** o **coloración verde cadavérica**. Este fenómeno se debe a la descomposición del cadáver y es causado por la acción de bacterias que se encuentran en el intestino, particularmente en el ciego y el colon, que producen gases y compuestos como el sulfuro de hidrógeno. Estos gases y compuestos reaccionan con la hemoglobina presente en la sangre, generando una coloración verdosa, generalmente en la zona abdominal.

La **mancha verde abdominal** es una manifestación de la **descomposición tardía** y suele aparecer entre las **24 y 72 horas** después de la muerte, cuando comienzan los procesos putrefactivos internos, como el crecimiento bacteriano y la liberación de gases. Este fenómeno es más evidente en cadáveres expuestos al ambiente, ya que el calor y la humedad aceleran el proceso de descomposición.

En términos criminalísticos, este fenómeno puede proporcionar información clave sobre el intervalo post-mortem (el tiempo transcurrido desde la muerte). Además, el patrón de aparición de la coloración verde puede ayudar a estimar la hora aproximada del deceso, ya que depende del estado de descomposición en el que se encuentre el cuerpo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la velocidad de la descomposición puede variar dependiendo de las condiciones ambientales (temperatura, humedad, etc.) y la ubicación del cadáver.

En resumen:

- **Livor mortis (livideces cadavéricas):** Indican las primeras horas post-mortem y la acumulación de sangre en las zonas dependientes.
- **Mancha verde abdominal:** Es un signo de descomposición tardía, causado por procesos bacterianos, que aparece después de unas horas (24-72 h) y es útil para estimar el intervalo post-mortem.

La presencia de estos fenómenos puede ayudar a los forenses a hacer una estimación más precisa del momento de la muerte y, en algunos casos, a determinar si hubo manipulación del cuerpo después del fallecimiento.

- ✚ **2.- ¿Cuándo comienza a aparecer tras instaurarse el fenómeno de la muerte? ¿Cuánto tarda en formarse completamente? Realice una breve descripción acerca de cómo evoluciona este fenómeno en el tiempo de forma general. Posteriormente, y ya atendiendo al caso de la fotografía, calcule la data de la muerte atendiendo a la evolución del fenómeno cadavérico (o fenómenos si detecta más de uno) que observa en la imagen.**

El **livor mortis** suele manifestarse entre 30 minutos y 2 horas después del fallecimiento, alcanzando su fijación entre las 6 y 12 horas post-mortem. Si la lividez está completamente desarrollada, es indicativo de que el cadáver ha estado muerto al menos algunas horas, pero no más de 12 horas.

- ✚ **3.- ¿Cómo y cuándo el perito que realiza la investigación debe valorar este proceso? ¿Cómo se debe proceder en su exploración? (Indique cómo lo haría usted).**

El experto forense debe analizar la localización y distribución de la lividez, ya que esto puede revelar si el cuerpo fue desplazado después del fallecimiento. Al ejercer presión sobre las áreas afectadas, se puede determinar si el **livor mortis** está consolidado o si aún es desplazable (fase inicial), lo que permite realizar una estimación más precisa del tiempo de muerte.

- ✚ **4.- En ciertas situaciones, algunos fenómenos cadavéricos pueden ofrecer otro tipo de datos útiles en la investigación de una muerte violenta o facilitan la realización de ciertos tipos de análisis complementarios. Si se refiere a la imagen que está examinando, coméntelo de manera lógica.**

En situaciones de muerte violenta, el patrón de **livor mortis** puede proporcionar indicios sobre posibles traumas o restricciones. Por ejemplo, las áreas sin lividez podrían señalar zonas de presión o la presencia de objetos que interfirieron con el flujo sanguíneo, lo que facilita la determinación de la posición del cuerpo en el momento del fallecimiento o si fue manipulado posteriormente.

IMAGEN No. 3



Ilustración No. 59

- ✚ 1.- ¿Qué fenómeno o fenómenos cadavéricos (si existen más de uno) se pueden observar en la imagen? ¿Ocurre en el cuerpo muerto reciente o de manera posterior? Comente qué tipo de datos ofrece al análisis criminalístico de manera general, basándose en lo que se puede apreciar en la imagen.

En la imagen proporcionada, se observa claramente el fenómeno cadavérico de **putrefacción** y, específicamente, la **fase enfisematosa**. Este fenómeno se manifiesta de forma tardía, apareciendo típicamente entre **3 y 5 días** después de la muerte, aunque puede variar según las condiciones ambientales como la temperatura y la humedad.

La putrefacción proporciona información crucial al estudio criminalístico, ya que su estado puede ayudar a estimar el tiempo transcurrido desde la muerte, así como identificar posibles factores ambientales que hayan influido en la descomposición (García, 2019). En el contexto de una investigación, la observación del estado del cadáver en esta fase puede indicar que el cuerpo ha estado expuesto a ciertas condiciones (p. ej., un ambiente caluroso donde la descomposición ocurre más rápidamente) (García, 2019).

- ✚ **2.- ¿Cuándo comienza a aparecer tras instaurarse el fenómeno de la muerte? ¿Cuánto tarda en formarse completamente? Realice una breve descripción acerca de cómo evoluciona este fenómeno en el tiempo de forma general. Posteriormente, y ya atendiendo al caso de la fotografía, calcule la data de la muerte atendiendo a la evolución del fenómeno cadavérico (o fenómenos si detecta más de uno) que observa en la imagen.**

La putrefacción comienza a aparecer aproximadamente entre **24 a 72 horas** tras la muerte, pero la fase enfisematosa se desarrolla entre **3 y 5 días** después de la muerte. El proceso completo de putrefacción puede tardar en formarse entre **1 a 2 semanas** en condiciones normales (Rodríguez, 2020).

Durante las primeras etapas de la putrefacción, el cuerpo empieza a presentar cambios de color y puede comenzar a mostrar de hinchazón. La fase enfisematosa es caracterizada por la acumulación de gases, lo que provoca una mayor distensión del cuerpo. A medida que pasa el tiempo, el estado del cadáver puede deteriorarse más, dando paso a la descomposición y la ruptura de tejidos, y eventualmente, a los estados avanzados de putrefacción.

Tomando en consideración el estado observado en la imagen, se puede estimar que la data de la muerte ocurrió **entre 3 y 5 días** antes de la observación, dado que se presentan signos evidentes de la fase enfisematosa.

- ✚ **3.- ¿Cómo y cuándo el perito que realiza la investigación debe valorar este proceso? ¿Cómo se debe proceder en su exploración? (Indique cómo lo haría usted).**

El perito debe evaluar el proceso de putrefacción inmediatamente después de la llegada al lugar de los hechos. Debido a que la putrefacción puede avanzar rápidamente, es esencial que la evaluación se realice sin demoras.

Procedimiento a seguir:

- **Observación Visual:** Realizar una evaluación inicial del cuerpo, observando características como cambios de color, hinchazón y cualquier ruptura de la piel.
- **Documentación Fotográfica** Registrar el estado del cadáver mediante fotografías, lo que es crucial para el análisis posterior (Pérez, 2021).
- **Análisis de Temperatura y Ambiente:** Considerar las condiciones ambientales (temperatura y humedad) que pueden haber influido en la velocidad de la putrefacción.

El perito debe documentar todas las observaciones de forma sistemática para asegurar la integridad de la evidencia y contribuir a la investigación.

- ✚ **4.- En ciertas situaciones, algunos fenómenos cadavéricos pueden ofrecer otro tipo de datos útiles en la investigación de una muerte violenta o facilitan la realización de ciertos tipos de análisis complementarios. Si se refiere a la imagen que está examinando, coméntelo de manera lógica.**

Los fenómenos cadavéricos, especialmente la putrefacción, pueden aportar información adicional sobre la causa de la muerte y el tiempo transcurrido desde el fallecimiento. En casos de muerte violenta, la detección de ciertos patrones de descomposición podría indicar que el

cuerpo fue dejado en el lugar durante un período prolongado o que hubo intervención externa (Martínez, 2022). La presencia de gases y el estado del cuerpo pueden ayudar a los investigadores a determinar si se ha producido movimiento del cadáver después de la muerte o cualquier manipulación que pueda ser relevante para la investigación.

IMAGEN No. 4



Ilustración 60

- ✚ 1.- ¿Qué fenómeno o fenómenos cadavéricos (si existen más de uno) se pueden observar en la imagen? ¿Ocurre en el cuerpo muerto reciente o de manera posterior? Comente qué tipo de datos ofrece al análisis criminalístico de manera general, basándose en lo que se puede apreciar en la imagen.

En la imagen 4 podemos observar dos clases de fenómenos cadavéricos que son las livideces cadavéricas (livor mortis) y la rigidez cadavérica (rigor mortis).

Livideces cadavéricas (livor mortis) son manchas rojizas o violáceas que aparecen en el cuerpo después de la muerte, se producen por la acumulación de fluido sanguíneo en las zonas más bajas del cuerpo. Esto sucede porque el corazón ha dejado de bombear sangre.

Rigidez cadavérica (rigor mortis) se produce después de la muerte, cuando los músculos del cuerpo se endurecen, por la falta de oxígeno en las células, que impide la producción de ATP (trifosfato de adenosina), sin ATP, las moléculas de miosina y actina no pueden separarse, lo que provoca el endurecimiento de los músculos.

- ✚ **2.- ¿Cuándo comienza a aparecer tras instaurarse el fenómeno de la muerte? ¿Cuánto tarda en formarse completamente? Realice una breve descripción acerca de cómo evoluciona este fenómeno en el tiempo de forma general. Posteriormente, y ya atendiendo al caso de la fotografía, calcule la data de la muerte atendiendo a la evolución del fenómeno cadavérico (o fenómenos si detecta más de uno) que observa en la imagen.**

Livideces cadavéricas (livor mortis)

- Se pueden ver entre 45 minutos y 2 horas después de la muerte.
- Alcanzan su máxima intensidad entre las 10 y 12 horas cubriendo toda la zona baja, durante este periodo aun no son fijas, pudiendo reubicarse si el cadáver es cambiado de posición y creando livideces secundarias, atenuando la primeras.
- Pasadas más de 18 horas de la muerte las livideces pasan a ser fijas, y aunque presionemos sobre ellas o se mueva al cadáver de posición, las livideces primarias ya no se modificarán (periodo de fijación de las livideces), aunque eventualmente podrán todavía iniciarse la formación de livideces secundarias.
- Pasadas más de 24 horas tras la muerte, las livideces primarias no desaparecen ni se forman livideces secundarias

Rigidez cadavérica (rigor mortis)

- Pasadas las 2 a 3 horas después de la muerte comienza a instaurarse este fenómeno que afecta a los músculos.

- Suele empezar en la musculatura mandibular, afectando posteriormente a los músculos del cuello, cara, extremidades superiores, tronco y extremidades inferiores
- Pasadas las 10 a 12 horas tras la muerte llega a ser completa y afecta a todo el cuerpo, pudiéndolo mover como “un bloque”.
- Alcanza su máxima intensidad después de 24 horas. Posteriormente, comienza a reducir su intensidad hasta desaparecer hacia las 36-48 horas después de la muerte.
- El Espasmo Cadavérico es una clase especial de Rigidez Cadavérica muy poco frecuente, donde el cuerpo, después de instaurarse el proceso de fallecimiento, manifiesta una contracción muscular de forma general. Pudiendo ser el resultado de un estado de intensa emoción o estrés o debidas al uso de armas de fuego, procesos convulsionantes, electricidad ambiental (muerte por acción del rayo) entre otros casos.

Con esta información podemos afirmar que la data de la muerte que se observa en la imagen 4 oscila entre las 18 y 24 horas.

3.- ¿Cómo y cuándo el perito que realiza la investigación debe valorar este proceso? ¿Cómo se debe proceder en su exploración? (Indique cómo lo haría usted).

El perito debe realizar este proceso de examinación, de forma detallada y minuciosa, en el lugar del levantamiento del cadáver para; formular una valoración preliminar de la data de la muerte, con la mayor precisión posible, apoyándose en el estado de los fenómenos cadavéricos empezando por distinguir de manera sistemática Fenómenos en el cadáver reciente (inmediatos o precoces - Fenómenos cadavéricos abióticos: livideces, deshidratación y enfriamiento cadavérico - Fenómenos cadavéricos bióticos: rigidez y espasmo cadavérico) y Fenómenos tardíos (- Fenómenos destructores: putrefacción y autólisis - Fenómenos conservadores: momificación, saponificación, corificación y maceración) y otros datos circunstanciales.

- ✚ **4.- En ciertas situaciones, algunos fenómenos cadavéricos pueden ofrecer otro tipo de datos útiles en la investigación de una muerte violenta o facilitan la realización de ciertos tipos de análisis complementarios. Si se refiere a la imagen que está examinando, coméntelo de manera lógica.**

Con respecto a la imagen 4 podemos inferir que ha habido movilización post mortem, esto por cuanto las livideces cadavéricas se originan en las partes bajas del cadáver, de forma natural y en la imagen, las mismas se pueden observar en las partes altas del cadáver.

IMAGEN No. 5



Ilustración 61

- ✚ **1.- ¿Qué fenómeno o fenómenos cadavéricos (si existen más de uno) se pueden observar en la imagen? ¿Ocurre en el cuerpo muerto reciente o de manera posterior? Comente qué tipo de datos ofrece al análisis criminalístico de manera general, basándose en lo que se puede apreciar en la imagen.**

Tener la capacidad de identificar los fenómenos cadavéricos y los signos presentes en un ser humano fallecido, es una herramienta fundamental para afianzar el cronotanodiagnóstico (Barrera Reyes, 2023) y sobre todo como lo señalan Barajas Calderón et al. (2018): “Para

determinar la hora de la muerte en los cuerpos recientes, debemos enfocarnos en los fenómenos mediatos, que suceden desde el instante de la muerte hasta los primeros dos días subsiguientes a ella”.

En la imagen 5, se aprecia el fenómeno de Sommer Larcher o mancha negra esclerótica, mismo que es un fenómeno cadavérico temprano, lo cual refleja de forma general que el sujeto en estudio tiene aproximadamente entre 10 y 12 horas de fallecido (Gómez, 2015). De forma general, la presencia de este signo se correlaciona directamente con el fenómeno de deshidratación cadavérica.

- ✚ **2.- ¿Cuándo comienza a aparecer tras instaurarse el fenómeno de la muerte? ¿Cuánto tarda en formarse completamente? Realice una breve descripción acerca de cómo evoluciona este fenómeno en el tiempo de forma general. Posteriormente, y ya atendiendo al caso de la fotografía, calcule la data de la muerte atendiendo a la evolución del fenómeno cadavérico (o fenómenos si detecta más de uno) que observa en la imagen.**

Cabe señalar que, en la región ocular, se evidencia fenómeno cadavérico biótico: rigor mortis, puesto que hay signos de contracción muscular a nivel de los músculos orbiculares del párpado, fenómeno que se desencadena inicialmente en un lapso de entre 3 a 6 horas post mortem (Pérez Pérez, s. f.). Aproximadamente según Barajas Calderón et al. (2018) el signo de Sommer Larcher inicia dentro de las 3 y 5 primeras horas post mortem, y se ve totalmente instaurado alrededor de las 10 a 12 horas post mortem (Gómez, 2015). Se evidencia inicialmente a nivel del ángulo externo con la formación de una mancha de coloración negruzca, de bordes mal limitados, misma que con el pasar del tiempo y la exposición a diferentes condiciones ambientales continúa acentuándose. Este proceso continúa a nivel del ángulo medial del ojo, y con el pasar del tiempo se puede observar una línea transversal (en el ecuador del ojo) que adopta una forma oval o redondeada. Esta mancha se produce debido al adelgazamiento por

deseccación de la esclerótica del ojo, lo que permite que el pigmento negro de la coroides sea visible. (Barajas Calderón et al., 2018). Es de este modo que al no observarse el ojo con la mancha escleral completa, se puede aducir que el tiempo post mortem oscila entre 10 y 12 horas.

- ✚ **3.- ¿Cómo y cuándo el perito que realiza la investigación debe valorar este proceso? ¿Cómo se debe proceder en su exploración? (Indique cómo lo haría usted).**

Se realiza de manera sistemática; durante el examen físico cadavérico al momento de realizar el examen externo en el componente de descripción topográfica. En este caso se registraría la presencia de lesiones a nivel ocular con la descripción pertinente (color, forma, localización) y finalmente la descripción de fenómenos cadavéricos (Osorio Isaza et al., 2004).



Ilustración 62

- ✚ **4.- En ciertas situaciones, algunos fenómenos cadavéricos pueden ofrecer otro tipo de datos útiles en la investigación de una muerte violenta o facilitan la realización de ciertos tipos de análisis complementarios. Si se refiere a la imagen que está examinando, coméntelo de manera lógica.**

El perito realiza la valoración de este proceso de manera sistemática; durante el examen físico cadavérico al momento de realizar el examen externo en el componente de descripción topográfica. En este caso se registraría la presencia de lesiones a nivel ocular con la descripción pertinente (color, forma, localización) y finalmente la descripción de fenómenos cadavéricos (Osorio Isaza et al., 2004). El levantamiento del cadáver es la fase inicial de la autopsia judicial, que se continúa luego en la sala de autopsias con dos fases complementarias: el examen externo e interno del cadáver. Este accionar, debe cumplir con los objetivos fundamentales del levantamiento del cadáver que nos indica Muñoz Hernández (s. f.):

Objetivos fundamentales del levantamiento del cadáver



Ilustración 63

Orden Sistemático (método) del Levantamiento del Cadáver



Ilustración 64

Puesto que el fenómeno cadavérico de deshidratación provoca el signo de Sommer Larcher; se podrían considerar diferentes comorbilidades o presencia de sustancias químicas tóxicas que aceleren la deshidratación del cadáver. Sin embargo, al no tener otras piezas del cuerpo analizado, es difícil señalar si hay catalizadores o modificadores del fenómeno de deshidratación.



Ilustración 65

ENTREGABLE 2

IMAGEN No. 1



Ilustración 66

Lesión por arma fuego

Lesión de Hoffman Signo de boca de mina – disparo a boca de jarro ()

- ✚ 1.- **Elabore una descripción formal de la lesión que observa en la imagen (aún sin especificar qué clase de lesión considera que es), especificando, en lo posible, su localización, su color, forma, disposición, medida aproximada, estado de los bordes, y cualquier otro detalle de relevancia que considere puede contribuir a su caracterización.**

Lesión a nivel frontal, en línea media, de forma estrellada que compromete piel, tejido celular subcutáneo y hueso frontal, bordes irregulares y evertidos (Olano et al., 2003); es indicador del signo de la boca de mina de Hoffmann (Peña Coto, 2013). La lesión presenta un orificio de entrada a nivel de epicráneo, de forma redondeada de aproximadamente 2 cm de diámetro, congruente con el signo del anillo de humo (Benassi) (Peña Coto, 2013).

El color de la herida es predominantemente oscuro o ennegrecido, presenta áreas negras puntiformes, otras áreas de color amarillento, lo que sugiere daño por calor. Los bordes son irregulares y muestran signos de quemadura y desgarro a nivel de la piel (Ruiz & Fernández, 2021a; J. A. Sánchez & Albarrán, 2019).

- ✚ **2.- A partir de la descripción realizada, Indique qué tipo de lesión, de las vistas en esta semana (tipo de lesión contusa arma de fuego o arma blanca) se trata y qué tipo de instrumento o de qué modo se puede haber creado de forma razonada.**

Esta lesión corresponde a lesión por arma de fuego. Es una lesión de disparo a cañon tocante o “a boca de jarro”(Font Riera, 1996). El disparo se realiza directamente a nivel frontal en línea media con un arma de fuego en contacto con la piel. Los signos de Hoffman y Benassi son consecuencia de este mecanismo, donde se provoca, como lo describe Font Riera (1996), una herida ennegrecida por la acción de la pólvora quemada y que está rodeada de estallidos y arrancamiento cutáneo, lo que provoca una imagen en “boca de mina”, es decir de forma estrellada. El signo de Benassi corrobora que el trauma es resultado del paso de un proyectil.

- ✚ **3.- Comente si cree que la lesión podría estar vinculada con la causa de la muerte y, en tal caso, si cree que se trata de una muerte violenta de etiología accidental, homicida o suicida razonando su respuesta.**

Debido a la localización de la lesión a nivel frontal, en línea media; la cercanía del disparo, se asocia directamente con una muerte violenta. La etiología accidental es homicida, debido a que el disparo es perpendicular a la frente, además se descarta que sea un acto suicida debido a que el disparo a nivel de la sien derecha es el de mayor prevalencia en el suicidio por arma de fuego (Font Riera, 1996). La severidad y alta mortalidad de esta herida está determinada por la localización del proyectil y su impacto directo en el encéfalo, cuyo daño es la causa de

muerte. La evaluación rápida de las circunstancias del disparo y los hallazgos forenses son cruciales para establecer la etiología del caso.

Análisis de Lesión por Proyectoil de Arma de Fuego

Conclusión: se presenta como una herida por arma de fuego generada por el paso de un proyectil a través del hueso frontal a nivel de línea media. La morfología de la herida es estrellada, resultado del efecto de los gases calientes que emergen del proyectil, que desgarran la piel al momento del impacto (Font Riera, 1996; Peña Coto, 2013; Ruiz & Fernández, 2021a; J. A. Sánchez & Albarrán, 2019). Los bordes de la lesión muestran un color oscuro o negro, indicando quemadura y daño tisular por la temperatura de los gases. El estado de los bordes es irregular, típicamente con una disposición que refleja la presión ejercida durante el golpe del arma, así como también la inclinación con la que se realizó el disparo (Peña Coto, 2013).

IMAGEN No. 2



Ilustración 67

- ✚ **1.- Elabore una descripción formal de la lesión que observa en la imagen (aún sin especificar qué clase de lesión considera que es), especificando, en lo posible, su localización, su color, forma, disposición, medida aproximada, estado de los bordes, y cualquier otro detalle de relevancia que considere puede contribuir a su caracterización.**

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Herida en región dorsal derecha, a nivel de línea media escapular, por debajo del ángulo inferior. Lesión de bordes regulares de aproximadamente de 2 cm de longitud. Se puede apreciar que la posible arma que ocasiona la lesión presenta un borde cortante y otro romo (Font Riera, 1996). Esta lesión puede comprometer tejidos que ocupan la cavidad torácica.

Como datos adicionales, podemos encontrar signo de livor mortis, se evidencia zona sin presencia de livor mortis donde aparenta zona de presión del brasier. Probablemente la posición de muerte fue en decúbito lateral izquierdo (Barajas Calderón et al., 2018; Peña et al., 2019).

- ✚ **2.- A partir de la descripción realizada, indique qué tipo de lesión, de las vistas en esta semana (tipo de lesión contusa, arma de fuego o arma blanca) se trata y qué tipo de instrumento o de qué modo se puede haber creado de forma razonada.**

Lesión por arma blanca, cuchillo, ya que presenta bordes regulares típicos de este tipo de objeto. La víctima fue atacada por la espalda, a nivel de región dorsal, lo que podría comprometer tejidos blandos (pulmones, grandes vasos, e inclusive dependiendo del ángulo de inclinación el corazón) ya que debido al trazo de la lesión probablemente la perforación logró atravesar a nivel intercostal (J. Sánchez & Albarrán, 2019) y llegar a comprometer órganos vitales.

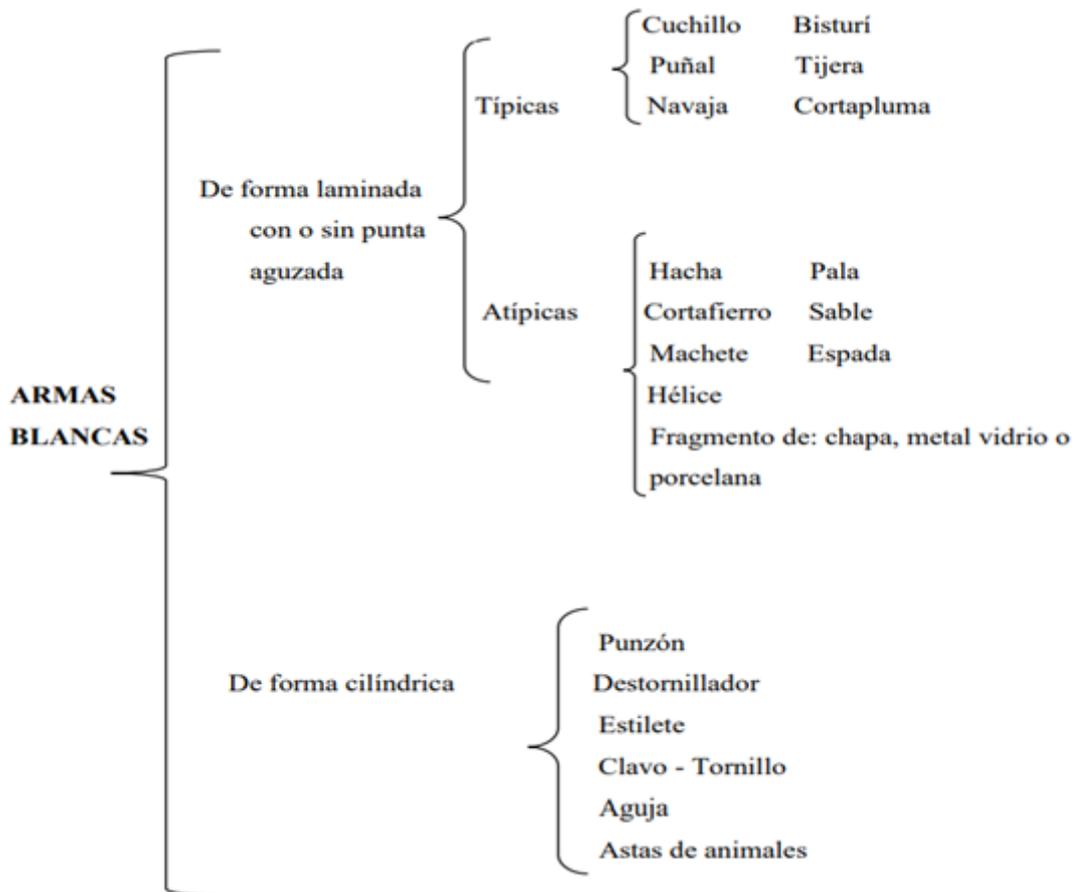


Ilustración 68

- ✚ 3.- Comente si cree que la lesión puede estar vinculada con la causa de la muerte y, en tal caso, si cree que se trata de una muerte homicida, violenta de etiología accidental o suicida razonando su respuesta.

Es altamente probable que la lesión por arma blanca (cuchillo) haya sido la causa de la muerte. Debido a la ubicación, dependiendo de la fuerza con la que haya sido ejecutada, podría haber atravesado a nivel intercostal, perforando así tanto pulmones como grandes vasos, lo cual conllevaría a hemo neumotórax (Ruiz & Fernández, 2021b; J. Sánchez & Albarrán, 2019).

Debido a la presencia de livor mortis, la lesión probablemente tiene un tiempo mayor a 2 horas de instaurada (Barrera Reyes, 2023), lo que implica que la hemorragia no se contuvo y la víctima no recibió atención emergente, por lo que esta lesión podría ser la causa de la muerte. Se clasificaría como una muerte violenta, homicidio.

IMAGEN No. 3



Ilustración 69

- ✚ 1.- **Elabore una descripción formal de la lesión que observa en la imagen (aún sin especificar qué clase de lesión considera que es), especificando, en lo posible, su localización, su color, forma, disposición, medida aproximada, estado de los bordes, y cualquier otro detalle de relevancia que considere puede contribuir a su caracterización.**

Se observa lesión a nivel de rodilla derecha, con presencia de equimosis múltiples a nivel suprarotuliano, rotuliano, infrarotuliano (en tuberosidad tibial) de tamaño variable, siendo la de mayor diámetro aproximadamente de 2cm. Además, edema (posible derrame articular) en cara antero medial de muslo derecho a nivel distal y presencia de hematoma. Bordes irregulares de todas las lesiones. Se aprecian también lesiones petequiales alrededor de la lesión principal (rotuliana). La coloración de las lesiones, en su mayoría presentan una tonalidad rojiza oscura

(Ruiz & Fernández, 2021b; J. Sánchez & Albarrán, 2019). La piel circundante a las lesiones muestra un leve enrojecimiento, que es un componente de inflamación local. La rodilla derecha se encuentra en flexión aproximadamente de 20°.

- ✚ **2.- A partir de la descripción realizada, Indique qué clase de lesión, de las vistas en esta semana (tipo de lesión contusa, arma de fuego o arma blanca) se trata y qué tipo de instrumento o de qué modo se puede haber creado de forma razonada.**

Lesión de tipo contusa simple debido a la presencia de un solo mecanismo, que presenta integridad cutánea, que produjo edema, petequias, equimosis, y hematoma. El mecanismo de lesión posiblemente fue un traumatismo a nivel de rodilla derecha, lesión originada ante mortem como lo señala Ruiz & Fernández (2021b), ya que hay presencia de rotura de vasos sanguíneos de pequeño calibre a nivel de tejidos superficiales y presencia de edema. La caída, etiología accidental, posiblemente generó impacto sobre la patela, lo que pudo haber generado el derrame articular. Se descarta un mecanismo abrasivo ya que no hay presencia de escoriaciones.

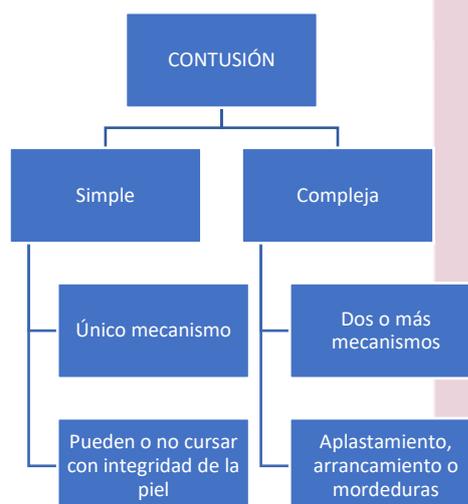


Ilustración 70

- ✚ **3.- Comente si cree que la lesión puede estar vinculada con la causa de la muerte y, en tal caso, si cree que se trata de una muerte homicida, violenta de etiología accidental o suicida razonando su respuesta.**

En relación al mecanismo de trauma, la lesión puede estar relacionada a politraumatismos ante mortem. A nivel de la de rodilla, la lesión no es mortal, pese a ello, la caída pudo haber generado otros traumatismos que generen daño a nivel de órganos vitales, o fracturas que comprometan vasos sanguíneos de gran calibre, lo que pudo conllevar a la muerte de la víctima (fractura cervical, sección medular, trauma cráneo-encefálico, hemorragia que conlleva a shock) (Gisbert Calabuig & Villanueva Cañadas, 2004).

Esta muerte es posiblemente de tipo accidental (persona que sufrió una caída por un tropezón) u homicidio (por ejemplo, la víctima fue empujada por las gradas) en el contexto de politraumatismo.

El trauma de rodilla per se, con estas características, puede generar limitación funcional y daño de tejidos blandos a nivel de rodilla derecha; sin embargo, no serían causales de la muerte.

IMAGEN No. 4



Ilustración 71

- ✚ **1.- Elabore una descripción formal de la lesión que observa en la imagen (aún sin especificar qué clase de lesión considera que es), especificando, en lo posible, su localización, su color, forma, disposición, medida aproximada, estado de los**

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

bordes, y cualquier otro detalle de relevancia que considere puede contribuir a su caracterización.

Lesión a nivel supraorbital izquierda a nivel de hueso frontal de aproximadamente 1 cm de diámetro. Compromete a la piel, tejido subcutáneo, con una forma semicircular bordes regulares no sobreelevados. Además, presencia de incrustaciones de pólvora que abarcan un radio perilesional de aproximadamente 6,5 cm y predominan hacia dirección cefálica – lateral izquierda, lo que indicaría un ángulo oblicuo de incidencia del proyectil (Gisbert Calabuig & Villanueva Cañadas, 2004). Centro del orificio de entrada con escasa presencia de restos de sangre; y adicionalmente se observa una zona amarillenta/morena (quemadura concéntrica) que podría representar la cintilla de contusión de aproximadamente 1mm de grosor (Ruiz & Fernández, 2021a; J. A. Sánchez & Albarrán, 2019).

✚ 2.- A partir de la descripción realizada, indique qué clase de lesión, de las vistas en esta semana (tipo de lesión contusa, arma de fuego o arma blanca) se trata y qué tipo de instrumento o de qué modo se puede haber creado de forma razonada.

Lesión por arma de fuego, a corta distancia, aproximadamente el disparo fue realizado a 60 a 70 cm (Font Riera, 1996). Por la distancia del tiro que la lesión observada es el orificio de entrada de un proyectil cilindro-cónico producido por un tiro oblicuo, esto en base a los siguientes elementos; la forma de la lesión es semicircular, presenta una cintilla de contusión estrecha con forma semi-lunar a corto alcance, posiblemente un revólver (Ruiz & Fernández, 2021a). El disparo fue ejecutado desde el lado derecho caudal de la víctima en dirección al lado izquierdo, cefálico de la víctima (Gisbert Calabuig & Villanueva Cañadas, 2004). Un tiro con dirección oblicua, en base al “tatuaje” que no es más que el nombre las formaciones que resultan del disparo que se forman alrededor del orificio y la incrustación de las partículas de pólvora no quemada, más o menos separados entre sí (Font Riera, 1996; Olano et al., 2003; Peña Coto, 2013; Ruiz & Fernández, 2021a).

- ✚ **3.- Comente si cree que la lesión puede estar vinculada con la causa de la muerte y, en tal caso, si cree que se trata de una muerte homicida, violenta de etiología accidental o suicida razonando su respuesta.**

Fue una muerte violenta probablemente homicidio, debido a la dirección de la bala. Se debe reconocer que la lesión pudo haber comprometido la integridad de la masa encefálica y por consecuencia, fue causal de la muerte. No obstante, en este caso debido a que es una lesión que tiene escaso sangrado a nivel del orificio de entrada, no hay restos de sangre aledaños a la herida de bala, al no poseer dato alguno de otra lesión en la víctima, la lesión analizada sería considerada la causa principal de la muerte (Font Riera, 1996; Gisbert Calabuig & Villanueva Cañadas, 2004).

IMAGEN No. 5



Ilustración 72

- ✚ **1.- Elabore una descripción formal de la lesión que observa en la imagen (aún sin especificar qué clase de lesión considera que es), especificando, en lo posible, su localización, su color, forma, disposición, medida aproximada, estado de los bordes, y cualquier otro detalle de relevancia que considere puede contribuir a su caracterización.**

En la imagen No. 5, se pueden identificar las siguientes lesiones:

- A nivel del tercio medio de cara anterior del antebrazo izquierdo: múltiples lesiones de forma lineal y vértices angulados, de color rojo oscuro, disposición transversal, aproximadamente cada tiene entre 2 y 3cm de longitud. Bordes regulares. Comprometen únicamente la epidermis.
- A nivel del tercio distal de cara anterior del antebrazo izquierdo: dos lesiones de forma irregular (sus paredes presentan una forma triangular) con el centro de color rojo-oscuro, bordes irregulares, disposición transversal, aproximadamente de 3 cm X 0,5 cm X 0,3 cm. Comprometen la epidermis y dermis. En el centro de estas lesiones se evidencia un color rojo oscuro que podría representar restos de sangre o a su vez detritos. Estas lesiones se encuentran entrecruzadas y dejan una cola terminal oblicua (J. Sánchez & Albarrán, 2019). En ambos segmentos del antebrazo, hay ausencia de puentes de unión entre los bordes y paredes de las heridas. (Gisbert Calabuig & Villanueva Cañadas, 2004). En cuanto a la dirección de las lesiones, estas ocurrieron de lateral a medial y de distal a proximal, lo cual podría sugerir el deslizamiento de un objeto cortante sobre el antebrazo (Díez Román, 2019; Gisbert Calabuig & Villanueva Cañadas, 2004).

2.- A partir de la descripción realizada, indique qué tipo de lesión, de las vistas en esta semana (tipo de lesión contusa, arma de fuego o arma blanca) se trata y qué tipo de instrumento o de qué forma se puede haber creado de forma razonada.

Las lesiones son de tipo cortantes/incisas, debido a la presencia de heridas lineales paralelas que dejan una cola en su porción terminal a nivel del antebrazo izquierdo (Takajashi Medina et al., 2019). El arma que genera este tipo de lesiones es posiblemente un cuchillo con un borde cortante y otro romo. Es posible que el mecanismo de corte sea un intento autolítico de una persona diestra debido a la orientación de las lesiones y más aún a la prevalencia de personas diestras (Gisbert Calabuig & Villanueva Cañadas, 2004).

Dependiendo del autor revisado, la clasificación de las lesiones difiere; sin embargo, entre las más populares se encuentra la siguiente:

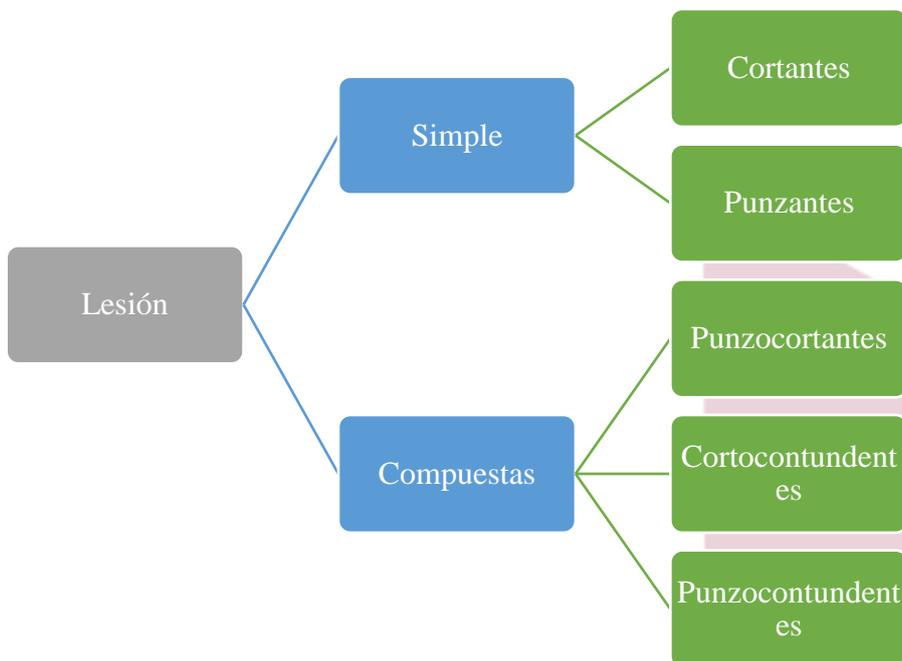


Ilustración 73

- ✚ **3.- Comente si cree que la lesión puede estar vinculada con la causa de la muerte y, en tal caso, si cree que se trata de una muerte homicida, de etiología accidental o suicida razonando su respuesta.**

Debido a la presencia de lesiones transversales en cara anterior de antebrazo izquierdo, posiblemente son lesiones tipo cutting que se relacionan a intentos autolíticos. En este escenario, la muerte fue de tipo violenta suicida (Gisbert Calabuig & Villanueva Cañadas, 2004; Takajashi Medina et al., 2019).

En el caso presentado, a pesar de la profundidad de las heridas auto infringidas en el antebrazo izquierdo, posiblemente existe compromiso de la arteria radial y cubital en sus porciones distales, lo cual puede provocar la exanguinación de la persona y conllevar a la muerte por shock hipovolémico (Gisbert Calabuig & Villanueva Cañadas, 2004; Takajashi Medina et al., 2019).

Cuando las lesiones que provocan la muerte son infringidas de forma intencional por la misma persona conoce como muerte suicida; mientras que, en el caso de la muerte accidental, se produce por un evento fortuito; sin embargo, es de suma importancia discernir entre este y una posible negligencia como lo señala Granda Agila et al. (2024).

Las muertes violentas como lo señala Díez Román (2019), pueden tener una amplia variedad de causas como por ejemplo accidentes de tráfico (aéreo, terrestre o marítimo), se debe considerar intoxicaciones, ingesta de noxas como los cáusticos, por ejemplo, accidentes de tipo laboral; entre otras. Sin embargo, también las patologías psiquiátricas y los componentes del entorno social son factores totalmente determinantes que pueden acarrear a la ejecución de este tipo de muertes violentas.

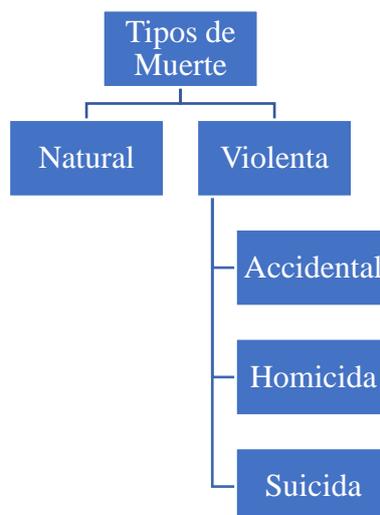


Ilustración 74

▶ Las fracturas más frecuentemente asociadas a síndrome compartimental son las de tibia, antebrazo y codo, especialmente las fracturas supracondíleas infantiles.

▶ El hecho de que una fractura sea abierta no impide que pueda establecerse un síndrome compartimental. También puede aparecer en fracturas tratadas quirúrgicamente.



Ilustración 75

Dx Clínico

- Se detecta por el aumento de volumen tan severo
- Piel brillante e hinchada

Síntes que coinciden con la etiología por:
 Fractura
 Hinchazón
 Alteraciones vasculares
 Diminución de la movilidad
 Colorido
 Diminución del pulso arterial principal



Ilustración 76

ENTREGABLE 3

- ✚ **1.- ¿Qué tipo de mecanismo de muerte de los anteriormente vistos en la asignatura se muestra como ejemplo en las imágenes? Comente y clasifique acorde a lo visto en el tema este tipo de muerte de forma justificada**

En las imágenes se muestra un caso de asfixia mecánica por suspensión parcial (ahorcamiento). Este tipo de muerte se produce cuando el cuello es comprimido por una cuerda o lazo, obstruyendo el flujo de sangre y/o aire al cerebro. El hecho de que el individuo esté arrodillado en el suelo en lugar de totalmente colgado indica que el peso del cuerpo no descansa totalmente sobre la cuerda en este caso, aunque la presión sigue siendo lo suficientemente alta como para restringir los vasos sanguíneos y las vías respiratorias.

Dado que no hay indicios manifiestos de lucha o violencia externa, el ahorcamiento puede clasificarse como suicidio; no obstante, se trata de una mera teoría que debe verificarse mediante una investigación exhaustiva. Es crucial prestar atención a todos los factores contextuales, incluido el entorno de la escena, las características del lazo y la colocación del cuerpo.

Tipo de mecanismo de muerte: La asfixia por ahorcamiento es el mecanismo de muerte que se demuestra aquí. Este tipo de muerte se produce cuando se interrumpe el flujo sanguíneo al cerebro, lo que deja al cerebro sin oxígeno y puede causar inconsciencia y, en última instancia, la muerte.

Clasificación y justificación: La asfixia puede clasificarse de varias maneras, pero como en este ejemplo concreto se trata de ahorcamiento, se puede tener en cuenta las siguientes categorías:

1. Asfixia mecánica: En este caso, la presión de la cuerda alrededor del cuello restringe el flujo de aire y comprime las estructuras del cuello, lo que puede provocar lesiones vasculares y privación de oxígeno, que pueden ser mortales.
2. Causas externas: Si resulta que otra persona estuvo implicada, hay que tener en cuenta la combinación de variables externas, como la probabilidad de homicidio, ya que el cuerpo encontrado en un armario indica un entorno confinado.
3. Condiciones ambientales: La prisión puede influir en la causa del suceso. Los antecedentes de depresión u otros problemas psiquiátricos de la víctima pueden proporcionar antecedentes de un posible suicidio.

Justificación adicional: La posición del cuerpo y la existencia de rigidez en el cuello sugieren que la muerte no fue un accidente. La idea de suicidio también puede verse reforzada por la ausencia de resistencia o evidencias de lucha, aunque esto tiene que ser verificado por investigaciones adicionales.

En conclusión, la asfixia por ahorcamiento, que se clasifica como asfixia mecánica, es el mecanismo de la muerte en este caso. Esto podría sugerir suicidio o quizás homicidio. La interpretación de la causa de la muerte se complica por la circunstancia particular de descubrir al fallecido en la celda de una prisión.

- ✚ **2.- Elabore una breve propuesta de cómo llevar a cabo la etapa de levantamiento del cuerpo en este caso, de manera estructurada por etapas, especificando que información recolectaría en cada una de estas basándose en las imágenes proporcionadas.**

Dentro de la autopsia judicial, se debe iniciar con la primera fase, el levantamiento del cadáver, mismo que se realiza de forma estructurada en las siguientes fases según Ruiz & Fernández (2021):

1. FASE DE APROXIMACIÓN A LA ESCENA:

- a. **Verificar la identidad de la víctima:** se solicita la información del difunto a los funcionarios de prisiones que encontraron el cadáver. (Juán Lopez, 30 años de edad).
- b. **Asegurar el diagnóstico de muerte:**
 - o Inicialmente se debe asegurar el diagnóstico de muerte, mediante la identificación de signos de muerte. La presencia de fenómenos oculares, son signos positivos de muerte, los cuales corresponden a fenómenos cadavéricos tempranos (Gómez, 2015). La pérdida de tono ocular se puede apreciar en el hundimiento ocular (signo de Ripault) así como con la presencia de turbidez corneal (signo Stenon Louis), que se instaura aproximadamente dentro de los primeros 45 minutos post mortem (Barrera Reyes, 2023; Ruiz & Fernández, 2021) cuando el ojo se encuentra abierto por un proceso de deshidratación. Además, el sujeto presenta el signo de Sommer Larcher de forma leve a nivel del epicanto externo, mismo que se correlaciona con el fenómeno cadavérico de deshidratación (Barajas Calderón et al., 2018), lo cual se acelera si el ojo estaba abierto y se instaura dentro de las 2 a 3 primeras horas post mortem (Barajas Calderón et al., 2018). Todo este conjunto de fenómenos cadavéricos tempranos, indican que posiblemente el cuerpo tiene un aproximado de 2 a 3 horas post mortem.
- c. **Informarse si el cadáver ha sido manipulado:** consultar a los funcionarios de prisión si el cadáver fue manipulado o trasladado, del mismo modo hacerlo con cualquier testigo. Dentro de los fenómenos cadavéricos, las

livideces secundarias permiten esta determinación, sin embargo, estas no son encontradas, por lo que se podría asumir que no fue manipulado.

d. “Recoger declaración a testigos y familiares sobre las circunstancias del fallecimiento y hallazgo del cuerpo” (Ruiz & Fernández, 2021): Solicitar información a cualquier persona que se encuentre involucrada en la escena de la muerte violenta para recabar información.

- En este caso, los funcionarios de la prisión indican en su versión que el “día 11 de Mayo de 2021 comunicando la existencia de un cadáver dentro de celda individual en centro penitenciario. Al parecer los funcionarios de prisiones lo han encontrado ya fallecido al realizar el recuento de antes del almuerzo sobre las 13:00 horas.”
- Se trata de un varón joven de unos 30 años de edad. Calvicie frontal, resto de pelo cortado al cero. Identificado como Juan López. Unos 70 kg de peso y aproximadamente 180 cm de altura. Complexión atlética.

2. FASE DE DOCUMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA ESCENA:

- a. Registro fotográfico de la escena:** se deben apreciar en la medida de lo posible todos los elementos involucrados dentro de la escena de la muerte violenta.
- b. Descripción completa de la escena:** se deben reconocer todos los efectos personales posibles, así como también los objetos o instrumentos que se encuentran en la escena de la muerte violenta y que se relacionan con esta (Ruiz & Fernández, 2021).

Una vez asegurada la escena y recabado el registro fotográfico de la información que puede perderse al manipular el cadáver en la escena, se procede a la documentación y evaluación del cadáver.

3. FASE DE DOCUMENTAR Y EVALUAR EL CADÁVER: En esta etapa se realiza un análisis minucioso del cuerpo.

a. Croquis y reportaje fotográfico: es relevante tomar fotografías desde diferentes ángulos con la finalidad de establecer un croquis o mapa para no perder detalles de la ubicación/posición del cuerpo en la escena, lo cual se logra con el uso de escalas métricas y de color (Palomo Rando & Ramos Medina, 2004). De este modo también se preservan detalles que se pueden haber saltado durante el levantamiento del cadáver que van a ser de suma utilidad tanto en el examen externo e interno.

b. Lesiones y localización: descripción de las lesiones con la mayor precisión posible, en este caso se observa un surco de ahorcamiento que va en dirección oblicua ascendente supahioideo. De aproximadamente 1cm de profundidad en región cervical anterior, mismo que va disminuyendo en región cervical lateral. Es dificultoso evidenciar la profundidad de la lesión a nivel suboccipital.

c. Fenómenos cadavéricos:

- **Enfriamiento:** se obtienen datos objetivos con herramientas validadas para medición de temperatura ambiental, temperatura

rectal. Además, se coteja con la palpación del calor corporal en las diferentes zonas del cadáver. En el caso

- **Rigidez:** el rigor mortis es un fenómeno que inicia a partir de las dos horas post mortem en la mayoría de casos; en este caso se evidencia que se encuentra en etapa de instauración ya que solamente se evidencia a nivel de la musculatura del cuello y mandíbula, dejando aún flácidos los miembros superiores e inferiores (Barajas Calderón et al., 2018; Barrera Reyes, 2023; Peña et al., 2019).
- **Livideces:** se evidencia en zonas declives, la confluencia de las mismas aún no es total y no son fijas, todos estos datos concuerdan con el tiempo establecido del intervalo postmortem (IPM) de 1 hora 56 minutos y por el método del normograma de Henssge que determina aproximadamente 4 horas post mortem.
- **Fenómenos oculares:** el tono ocular se aprecia en el hundimiento del ojo por deshidratación (signo de Ripault), así como también se observa en la presencia de turbidez corneal (signo Stenon Louis), la cual se instaura dentro de los primeros 45 minutos post mortem (Ruiz & Fernández, 2021) fenómenos que son evidentes y se desarrollan con mayor velocidad cuando el ojo se encuentra abierto. El signo de Sommer Larcher presente de forma leve a nivel del epicanto externo, que se correlaciona con el fenómeno cadavérico de deshidratación (Barajas Calderón et al., 2018), el cual se cataliza al estar abierto

el ojo, y por ello se instaure dentro de las 2 a 3 primeras horas post mortem (Barajas Calderón et al., 2018). Todo este conjunto de fenómenos cadavéricos tempranos, indican que posiblemente el cuerpo tiene un aproximado de 2 a 3 horas post mortem.

- **Putrefacción:** Se descarta la presencia de putrefacción, ya que este fenómeno tiene una instauración tardía, es decir pasadas las 24 horas (Barrera Reyes, 2023; Peña et al., 2019).

d. Recolección de objetos personales y muestras de interés para análisis: en este momento es donde se debe evitar la pérdida de información durante la manipulación y el transporte del cadáver, lo cual se logra al proteger las partes del cuerpo que se puedan deteriorar, por ejemplo, con el uso de bolsas de papel. En este escenario ya que es una muerte por ahorcamiento, la cabeza y el cuello son partes fundamentales donde encontramos gran cantidad de información para determinar la causa de muerte (Palomo Rando & Ramos Medina, 2004; Ruiz & Fernández, 2021).

- e. **No retirar ropa, instrumentos o dispositivos médicos que porte el cadáver** (Ruiz & Fernández, 2021): se debe considerar esto con el propósito de no perder evidencia, pese a ello, al momento de tomar la temperatura rectal hay que tener sumo cuidado para no perder indicios de muestras/fluidos biológicos (Ruiz & Fernández, 2021; Takajashi Medina et al., 2019).
- f. Una parte fundamental en el levantamiento del cadáver, es el no retirar la soga de ahorcamiento y preservar el nudo de la misma, con la finalidad de realizar el análisis de lesiones en el examen externo e interno (Palomo Rando & Ramos Medina, 2004).

3.- Uno de los aspectos cruciales frente a este tipo de muertes es la adecuada identificación de las lesiones durante la etapa de la evaluación externa. Basándose en las imágenes previamente mostradas y las que se proporcionarán a continuación, describa las lesiones que objetiva, sin pasar por alto ningún parámetro, de acuerdo con lo observado en el tema.

Se evidencia que el cadáver está suspendido aproximadamente a 1,20 m, siendo el punto de apoyo las rodillas en flexión y la cara anterior de las piernas.

A nivel cervical (C3 - supratiroideo), se observa el surco de ahorcamiento (depresión longitudinal) único, simétrico, en dirección oblicua ascendente hacia la región suboccipital en línea media. Surco de ahorcamiento con profundidad aproximada de 1 cm de ancho en región anterior del cuello, misma que va disminuyendo a medida que avanza en dirección cervical lateral de aproximadamente a 0,5 cm. Se observan escasas petequias a nivel de cara anterior de cuello.



Ilustración 77

Con dichas lesiones se podría señalar una muerte por ahorcamiento incompleta simétrica ya que el nudo se encuentra a nivel suboccipital en línea media.

Debido a esta lesión, además se evidencia el fenómeno cadavérico de livideces primarias descritas en planos declives (manos, rodillas y cara anterior de piernas bilateral), que casi confluyen por completo y aún no son fijas; por lo que es indicador de un proceso post mortem instaurado hace aproximadamente un rango de entre 2 y 4 horas (Barajas Calderón et al., 2018; Peña et al., 2019).

Estos signos son menos específicos versus la temperatura rectal. Según Takajashi Medina et al. (2019) existen diferentes formas para calcular el intervalo post mortem (IPM), el cual utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{IPM} = \text{temperatura rectal normal } 37^{\circ}\text{C} - \text{temperatura rectal cadavérica} \cdot 1.5$$

$$\text{IPM} = 37^{\circ}\text{C} - 34,1^{\circ}\text{C} \cdot 1,5 = 1,93 \text{ horas} \approx 1 \text{ hora y } 56 \text{ minutos}$$

Así mismo empleando datos antropométricos del sujeto, temperatura rectal y ambiental, se puede emplear el método del normograma de Henssge (Henßge & Madea, 2004) con el uso del mismo, brinda un aproximado de 4 horas post mortem, así como se aprecia en la imagen N°1:

Normograma de Henssge modificado con los datos del cadáver en estudio

DESCRIPCIÓN: Trazo de línea roja: entre T° rectal del cadáver de 34,1°C y T° ambiental 16,2°C. Trazo de línea amarilla: entre la línea guía (línea negra delgada) y el trazo de temperaturas (línea roja). Se considera el peso corporal de 70 Kg lo que sugiere aproximadamente 4 horas transcurridas post mortem.

Fuente: tomado y modificado de Henßge, C., & Madea, B. (2004). Estimation of the time since death in the early post-mortem period. *Forensic Science International*, 144(2–3), 167–175. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2004.04.051>

PERMISSIBLE VARIATION OF 95% ($\pm h$)

**TEMPERATURE TIME OF DEATH
 RELATING NOMOGRAM**

for ambient temperatures up to 23°C

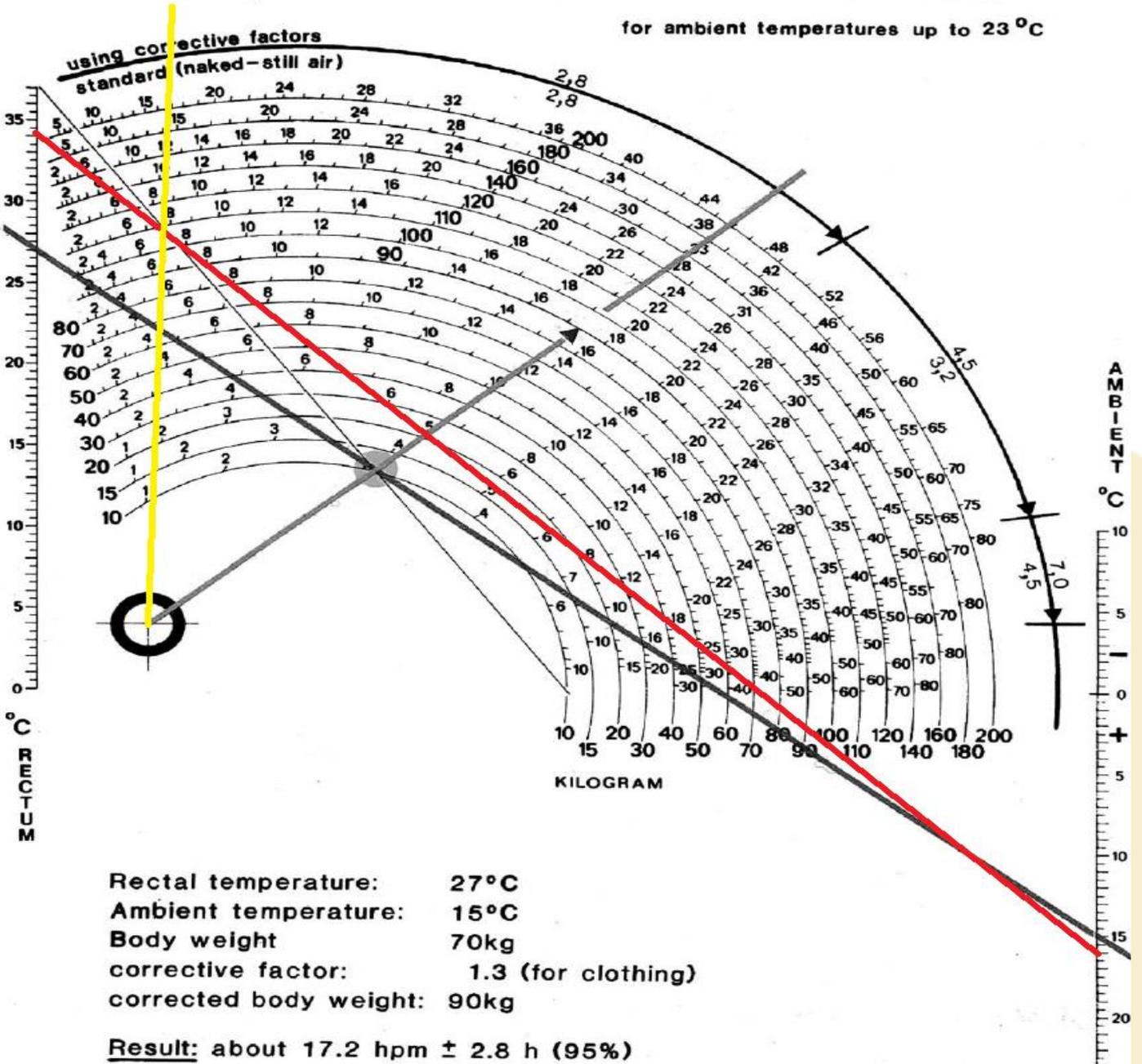


Ilustración 78

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- ✚ 4.- La parte final de cualquier reporte de autopsias consiste en la elaboración de las conclusiones médico forenses. Con la información previamente proporcionada, deduzca el origen y la etiología de esta muerte, la causa del fallecimiento y la fecha (utilizando también el normograma de Henssge que se presenta a continuación, basándose en lo observado en las sesiones síncronas). • **Identificación del cadáver:** • **Origen y Etiología Médico-Legal de la Muerte:** • **Causa de la Muerte:** • **Data de la Muerte:**

• **Identificación del cadáver:**

Se trata de un varón joven de unos 30 años de edad. Calvicie frontal, resto de pelo cortado al cero. Identificado como Juan López. Unos 70 kg de peso y aproximadamente 180 cm de altura. Complexión atlética.

- Encontrado ya fallecido al realizar el recuento de antes del almuerzo sobre las 13:00 horas.
- Dentro de celda individual en centro penitenciario.
- No hay información o indicios de traslado o manipulación post-mórtem.

• **Origen y Etiología Médico-Legal de la Muerte:**

Al únicamente contar con fotografías del cadáver para analizar nos centraremos en el Examen Externo; el elemento más relevante a describir y valorar es el surco de ahorcadura, que además permiten realizar un adecuado diagnóstico diferencial con respecto al que se observa en el caso del estrangulamiento. Así:

- Aparece macroscópicamente como una depresión longitudinal situada a nivel cervical (flecha amarilla).
- Su dirección en esta área será prácticamente siempre, oblicuo ascendente en dirección a la zona donde está el nudo (flecha celeste).

- Su profundidad es más grande en la zona opuesta al nudo (flecha amarilla, zona en la cual la presión es mayormente intensa).
- Generalmente es único (flecha amarilla).
- No es continuo; es interrumpido a la altura del nudo (flecha roja).
- Se sitúa mayoritariamente a nivel supratiroideo (flecha amarilla).
- Hemorragias petequiales: son pequeñas colecciones hemorrágicas, de tamaño variable entre 0.1 y 1 mm, que están producidas por el incremento súbito de la presión venosa. La localización a nivel externo las sitúa sobre todo en la cara y los ojos, a nivel de la conjuntiva, la esclera, los párpados superiores, la frente, la piel que rodea los pabellones auriculares y la mucosa nasal. A nivel interno se pueden observar en la boca y epiglotis; también en la cara interna del cuero cabelludo. Son más raras a nivel visceral, estando localizadas preferentemente a nivel subpleural, pleura parietal y peritoneo (flechas verdes).



Ilustración 79

El origen de esta muerte según las imágenes es Ahorcadura, un “tipo de asfixia mecánica de naturaleza externa que tiene lugar como consecuencia de la constricción del cuello

ejercida por un lazo sujeto a un punto fijo, sobre el cual ejerce tracción el propio cuerpo, o una parte del mismo, por efecto de la gravedad”.

Incompleta: Porque existe un punto en el que parte del cuerpo se apoya, en este caso los miembros inferiores desde la rodilla hasta los pies y de los miembros parte del nudillo de su mano derecha (líneas rojas).

Simétrica: en la que el nudo se encuentra situado en una posición media, ya sea submentoniano o suboccipital, en nuestro caso sería suboccipital por encontrarse el nudo justamente debajo del hueso occipital (flecha amarilla).

Muertes Violentas, que serían todos aquellos fallecimientos ocurridos por causas externas al organismo (no por procesos patológicos desarrollados espontáneamente). Obedecen a diferentes tipos de mecanismos: mecánicos, (accidente de tráfico, precipitación, ahorcadura...) en nuestro caso ahorcadura y de etiología suicida pues consideramos que ha sido el propio sujeto el que pone fin a su vida, al ser encontrado en la celda individual sin rastros de traslado post-mórtem o de algún indicio de violencia externa, descartamos homicidio y por la presencia de planificación tanto en colocar la cuerda como anudarla, hemos descartado un accidente.

En conclusión, esta muerte la definimos como una “Muerte Violenta de Etiología Médico-Legal Suicida cuyo Origen una Ahorcadura Atípica”.



Ilustración 80

Causa de la Muerte:

Habiendo ya analizado, con detenimiento, los elementos encontrados en las imágenes de nuestro caso podemos afirmar que la causa de muerte es: Anoxia- anóxica por obstrucción de la vía respiratoria: una compresión de aproximadamente 15 kg es suficiente para dar lugar a la obstrucción traqueal, una compresión realizada a nivel laringo-traqueal provoca una elevación laríngea y una obstrucción de la faringe por la lengua, con el consiguiente cuadro asfíctico en caso de mantenerse tal situación (flecha amarilla).



Ilustración 81

Data de la Muerte:

Para poder calcular la data de la muerte debemos tomar en cuenta los fenómenos cadavéricos que presenta el occiso en nuestro caso, entre ellos tenemos:

Rigidez: en fase de instauración a nivel de la mandíbula y cuello. Miembros superiores y miembros inferiores sin rigidez establecida. La rigidez o rigor mortis es un fenómeno que pasadas las 2-3 horas tras la muerte comienza a instaurarse en la musculatura lisa y estriada y que consiste en una contracción muscular que hace el cuerpo adquiera un “estado de dureza, retracción y tiesura”; Suele iniciarse en la musculatura mandibular, afectando luego a los músculos de la cara y cuello, para ser completa y afectar a todo el cuerpo, pudiéndolo mover como “un bloque” hacia las 10-12 horas tras la muerte,

Livideces: en planos declives compatibles con posición, que casi confluyen completamente y no son fijas. Se trata de cambios en la coloración en el cadáver, que adquiere una coloración más oscura en sus zonas más declives, ya que, el fluido sanguíneo, al dejar de circular por los vasos sanguíneos, se deposita en las mismas por la acción de la gravedad; Van confluyendo hacia las 2 horas, y, pasadas 10-12 horas cubrirían toda la zona declive, si bien no serían fijas. Esto quiere decir que, si presionamos con un dedo sobre las mismas, durante unos instantes veremos nuestra huella, en blanco, hasta que el tejido se rellena de nuevo

Fenómenos oculares: disminución del tono ocular. Turbidez corneal. La pérdida de tono ocular, con hundimiento del mismo y pérdida de transparencia de la córnea es ya visible a los 45 minutos si el cadáver permanece con los ojos abiertos.

Fenómeno de Sommer-Larcher que empieza a formarse levemente en epicanto externo. Línea de color oscuro que se forma en el globo ocular y de darse, se desarrolla desde el epicanto externo al interno, estando totalmente conformado a las 12 horas tras el deceso.

Putrefacción: signos de putrefacción ausentes.

Temperatura: al tacto, pérdida de calor al tacto en partes descubiertas; conserva sólo de forma leve a nivel de pliegues. Este proceso de enfriamiento comienza por las partes más externas, salientes y expuestas (como las orejas, los pies y las manos, evidenciable a las 2 horas después de muerte) y en sentido centrípeto, va afectando a las extremidades y, posteriormente, a la cabeza y el tronco. Aproximadamente a las 12 horas después de instaurarse el fallecimiento, el cadáver se encuentra completamente frío al tacto, si bien a nivel interno podemos detectar calor residual en los órganos (con ayuda de un termómetro) hasta 24 horas después.

Se toma con ayuda de termómetro homologado, las siguientes determinaciones:

- Temperatura ambiente: 16,2°.
- Temperatura rectal: 34,1°.

Para utilizar de manera correcta el Normograma de Henssge vamos a recopilar los siguientes datos: temperatura ambiente, temperatura rectal y masa corporal.

Temperatura ambiente: 16,2°.

Temperatura rectal: 34,1°.

Masa corporal 70 kg de peso

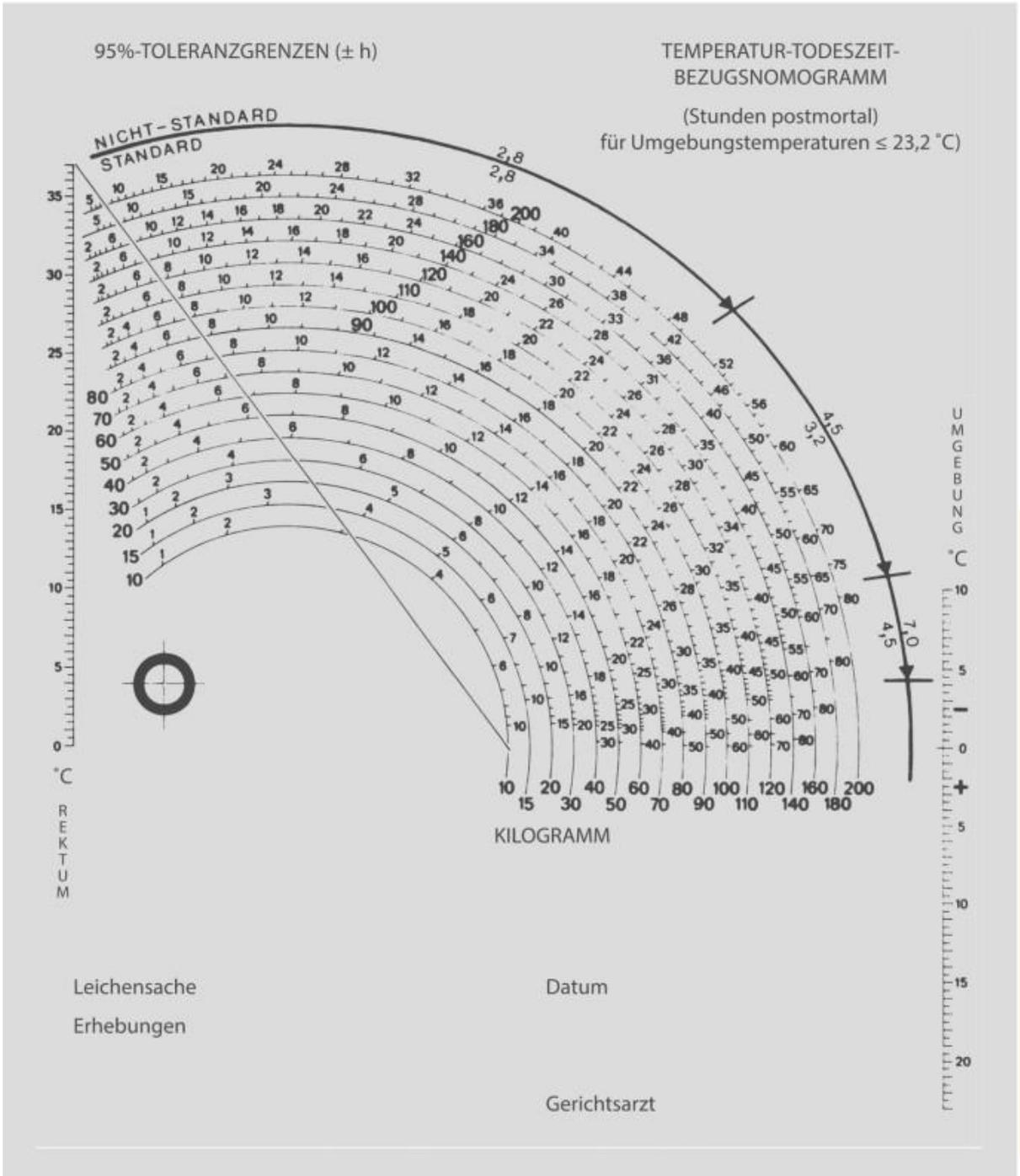


Ilustración 82

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Con el uso del Normograma de Henssge y los datos recopilados anteriormente podemos concluir que el occiso de nuestro caso lleva fallecido alrededor de 5 horas \pm 2 horas 48 minutos; es decir que la data de muerte en este caso oscila entre 2 horas con 12 minutos y 7 horas con 48 minutos.

CONCLUSION

- Identificación del cadáver: Se trata de un recluso identificado como Juan López, varón joven de unos 30 años de edad, con unos 70 kg de peso y aproximadamente 180 cm de altura. Complexión atlética.
- Origen de la muerte: Violenta
- Etiología médico-legal de la muerte: Suicida
- Causa inmediata de la muerte: Ahorcadura Atípica con Oclusión de las Vías Respiratorias.
- Causa fundamental de la muerte: Anoxia- anóxica por obstrucción de la vía respiratoria

El análisis de los mecanismos de muerte en criminalística pone de relieve su función esencial para comprender las circunstancias que condujeron a la muerte. Procesos como la insuficiencia cardiaca o respiratoria pueden estudiarse para conocer mejor los procesos fisiológicos implicados y los efectos de la causa de la muerte en el organismo. Las hipótesis sólidas en las investigaciones judiciales requieren que los forenses sean capaces de explicar las cosas con claridad y con pruebas, lo que es posible gracias a esta técnica analítica. Los investigadores están mejor equipados para distinguir entre diversas circunstancias y determinar la causa de la muerte cuando conocen a fondo los mecanismos subyacentes. En definitiva, al garantizar que las conclusiones se apoyan en datos científicos sólidos, este estudio no sólo contribuye a aclarar situaciones particulares, sino que también refuerza la integridad del sistema jurídico.

TEMA 2: AUTOPSIA VIRTUAL Y TECNOLOGÍAS DE IMAGEN APLICADAS A LA MEDICINA LEGAL: UNA REVISIÓN DE SU USO EN EL ESTUDIO LESIONAL

La autopsia virtual, también conocida como **virtopsia**, representa una alternativa no invasiva y complementaria a la autopsia tradicional. Mediante el uso de tecnologías de imagen avanzada, como la **tomografía computarizada (TC)**, la **resonancia magnética (RM)** y la **reconstrucción 3D**, se logra una visualización detallada de las estructuras anatómicas y lesiones internas. Esta revisión explora los principales avances tecnológicos en imagen aplicados a la medicina legal, analiza casos prácticos y discute las ventajas, limitaciones y el futuro de estas herramientas en el estudio de lesiones traumáticas, causas de muerte y escenarios forenses complejos.

Introducción

La medicina legal es esencial para esclarecer causas de muerte, identificar víctimas y proporcionar evidencia en investigaciones judiciales. La autopsia tradicional, aunque fundamental, presenta limitaciones en términos de invasividad, tiempo y aceptación cultural. En este contexto, surge la autopsia virtual, una técnica no invasiva que utiliza tecnologías de imagen avanzadas para examinar el cuerpo sin necesidad de incisiones.

Importancia de la medicina legal

La medicina legal desempeña un papel crucial en la administración de justicia, proporcionando información objetiva sobre las causas de muerte, identificando lesiones y ayudando en la resolución de casos legales. Su aplicación es fundamental en casos de muertes sospechosas, homicidios, accidentes y abusos.

Limitaciones de la autopsia convencional

La autopsia tradicional, aunque efectiva, presenta desafíos como:

- **Invasividad:** requiere incisiones que pueden ser culturalmente inaceptables.
- **Tiempo:** el proceso puede ser prolongado, retrasando la entrega del cuerpo a la familia.
- **Riesgos:** posibilidad de contaminación o transmisión de enfermedades.

Estas limitaciones han impulsado la búsqueda de métodos alternativos como la autopsia virtual.

Nacimiento y evolución de la autopsia virtual

La autopsia virtual, también conocida como "virtopsia", fue desarrollada en Suiza a principios de los 2000. Utiliza tecnologías como la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM) para crear imágenes detalladas del cuerpo sin necesidad de intervención física. Esta técnica ha evolucionado incorporando reconstrucción tridimensional, angiografía postmortem y otras tecnologías para mejorar la precisión y aplicabilidad en diversas situaciones forenses.

Tecnologías de imagen aplicadas

Tomografía computarizada (TC)

La TC proporciona imágenes detalladas en cortes transversales del cuerpo, permitiendo identificar fracturas, hemorragias y otros daños estructurales.

Resonancia magnética (RM)

La RM ofrece imágenes de alta resolución de tejidos blandos, siendo útil para detectar lesiones en el cerebro, órganos internos y tejidos musculares.

Reconstrucción tridimensional y post-procesamiento de imágenes

Estas técnicas permiten crear modelos 3D del cuerpo, facilitando el análisis visual y la planificación de intervenciones o estudios adicionales.

Otras técnicas: angiografía post mortem, fotogrametría, escaneo láser

- **Angiografía post mortem:** visualiza vasos sanguíneos para detectar hemorragias internas.
- **Fotogrametría:** captura imágenes para crear modelos 3D detallados del cuerpo.
- **Escaneo láser:** mapea la superficie del cuerpo con alta precisión, útil en la reconstrucción de escenas.

Aplicaciones en el estudio lesional

La autopsia virtual es eficaz en la identificación de diversas lesiones, incluyendo:

- **Traumatismos craneoencefálicos, torácicos y abdominales:** detecta fracturas y hemorragias internas.
- **Lesiones por arma de fuego o arma blanca:** analiza trayectorias de proyectiles y heridas penetrantes.
- **Accidentes de tráfico:** evalúa daños estructurales y lesiones internas.
- **Casos de abuso infantil o violencia de género:** identifica signos de maltrato sin intervención física.

Comparación con la autopsia tradicional

Ventajas

- **No invasiva:** preserva la integridad del cuerpo.
- **Rápida:** reduce el tiempo de análisis.

- **Precisa:** ofrece imágenes detalladas para un diagnóstico claro. -

Desventajas

- **Costo:** requiere equipos especializados y personal capacitado. -
- **Limitaciones técnicas:** algunas lesiones pueden no ser detectadas con precisión. -

Casos recomendados

- **Autopsia virtual:** muertes sin sospecha de criminalidad, respeto por creencias culturales o religiosas. -
- **Autopsia tradicional:** casos con sospecha de homicidio, lesiones complejas o cuando se requiere evidencia física directa

Conclusiones y perspectivas futuras

La autopsia virtual representa un avance significativo en la medicina legal, ofreciendo una alternativa no invasiva que respeta la integridad del cuerpo y facilita el análisis forense. Su integración con inteligencia artificial y tecnologías emergentes promete mejorar la precisión y eficiencia en la investigación de causas de muerte. La digitalización y conservación de

Clasificación

Bouchut (1883) categorizó los fenómenos cadavéricos en signos directos e indirectos. Los indicios inmediatos facilitan la distinción entre una muerte auténtica y una muerte aparente, en cambio, los indicios mediatos surgen tras el deceso.

Todo esto se corroboraba a través del Signo de Bouchut, que consiste en la falta de pulsaciones cardíacas por más de 20 minutos, corroborando de esta manera la muerte auténtica.

Borri (1926) categorizó los fenómenos cadavéricos como abióticos y transformativos. Los

fenómenos abióticos se clasifican en inmediatos, que comprenden la pérdida de conciencia, insensibilidad, inmovilidad disminución del tono muscular, y el cese de la respiración y la circulación sanguínea. Además, existen fenómenos consecutivos que incluyen la evaporación tegumentaria, el apergaminamiento, el enfriamiento del cuerpo, el surgimiento de livideces en los cadáveres, la pérdida de la irritabilidad muscular y la rigidez en los cadáveres. Los procesos de transformación comprenden la putrefacción, la maceración, la momificación y la saponificación.

Franchini (1985) presentó otra categorización, segmentándolas en sucesos preliminares, tales como la acidificación de los tejidos, el enfriamiento del cuerpo, la hipóstasis sanguínea, la rigidez muscular y la deshidratación de las células epiteliales. La autólisis, maceración, putrefacción, saponificación, corificación y momificación son fenómenos que suceden. Estas categorizaciones facilitan la comprensión de las distintas fases que atraviesa el cuerpo después de la muerte, siendo esenciales en la medicina forense.

Vargas (2012) categorizó los fenómenos cadavéricos en dos categorías principales: fenómenos tempranos y fenómenos tardios. Los fenómenos tempranos comprenden la acidificación de tisular, el enfriamiento, la deshidratación, las livideces o hipóstasis, la rigidez y los espasmos. En cambio, los fenómenos tardios se clasifican en dos categorías: los destructores, que comprenden la autólisis, la putrefacción y la antropofagia cadavérica; y los conservadores, que comprenden la momificación, la adipocira y la corificación.

En Ecuador, en las últimos dos décadas, cerca de 300 jóvenes y adolescentes de 10 a 24 años han cometido suicidio cada año. Respecto a las disparidades de género, los hombres muestran índices de suicidio más elevados que las mujeres, sin importar su edad, y suelen recurrir a estrategias más violentas, como la utilización de armas de fuego o el ahorcamiento. Por otro lado, las mujeres tienden a recurrir a técnicas menos agresivas, como el consumo de psicotrópicos, venenos o incisiones con objetos de corte. En términos de edad, el suicidio se incrementa gradualmente, siendo más evidente a partir de los 40 años. Sin embargo, en la población de 15 a 24 años, el suicidio se sitúa como la segunda causa de fallecimiento.

Las ahorcaduras se categorizan de diferentes maneras: pueden ser completas o incompletas, en función de si todo el cuerpo se encuentra suspendido del lazo o si existe contacto con el suelo (40-50% de los casos), respectivamente. Además, se clasifican en simétricas o asimétricas, en función de la ubicación del nudo; en las simétricas, el nudo está situado en la línea central del cuello, distinguiendo entre la ahorcadura simétrica anterior o posterior. Finalmente, se categorizan en características típicas o atípicas. Las típicas son las que tienen el nudo en la línea media posterior del cuello. De acuerdo con esta clasificación, se pueden hallar diversas clases de lesiones, y se han reportado diversos procesos de fallecimiento, tales como anoxia anóxica, isquemia encefálica, inhibición refleja y lesión en la médula espinal.

Fenómenos cadavéricos identificación y relación con la data de la muerte

Los fenómenos cadavéricos son las transformaciones que ocurren en el cuerpo sin vida, desde el instante en que se detienen los procesos bioquímicos esenciales, al ser expuesto a la influencia de diferentes factores.

Se pueden clasificar en:

Fenómenos en el cadáver reciente: enfriamiento cadavérico, deshidratación, livideces, rigidez y espasmo cadavérico.

Fenómenos tardíos:

- Fenómenos destructores: putrefacción y autólisis.
- Fenómenos conservadores: corificación, maceración, momificación y saponificación.

DESHIDRATACIÓN CADAVÉRICA: En este procedimiento, factores ambientales como la alta temperatura y la intensa ventilación provocan la evaporación de los fluidos corporales del cuerpo muerto. La desecación de las mucosas ocurre principalmente en los labios, generando un ribete pardo rojizo que se sitúa en su parte más exterior. Dentro de los sucesos oculares: La característica de Stenon-Louis: Se refiere a la caída del globo ocular, disminución de la transparencia de la córnea, volviéndose opaca; aparición de arrugas en la córnea, acumulación de polvo de apariencia arenosa o telilla glerosa. Surge alrededor de 45 minutos en el ojo con los párpados abiertos, y alrededor de 24 horas en el ojo con los párpados cerrados. Se trata de un triángulo de tonalidad oscura en la base de la córnea. Inicia en la parte exterior del ojo. Está provocado por la deshidratación de la esclerótica, que hace visible el pigmento de la coroides.

LIVIDECEC CADAVÉRICAS: Son alteraciones en la tonalidad del cuerpo sin vida, de color fluctuante (rosada, achocolatada, violeta), que van a variar en función de la causa del fallecimiento.

Surgen debido a la severidad de la sangre en los lugares de descenso. Si el cadáver se encuentra de pie, las primeras marcas surgen en la zona posterior del cuello a los 20 y 45 minutos de la muerte; en el resto del cuerpo, surgen entre tres y cinco horas después de la muerte, y ocupan toda la superficie inferior del cadáver a las 10 o 12 horas del deceso. Durante las primeras 12 horas, los cambios de posición influyen en las livideces. En las segundas 12 horas, pueden aparecer otras marcas con la nueva posición, estas son las conocidas como paradójicas y tienen un color menos marcado, pero las anteriores no desaparecen. Tras las 24 horas, no surgen nuevas livideces y las ya existentes permanecen inalterables. Hay un fenómeno denominado Transposición de Livideces, que se produce cuando la zona de lividez desaparece con la presión del pulgar. Esto implica que el cadáver tiene un tiempo de muerte estimado inferior a 8 a 12 horas, y si el pulgar no ejerce ninguna presión en la zona de lividez, se calcula que el cadáver alcanzaría más de 8 a 12 horas de muerto.

ENFRIAMIENTO CADAVERÍCO (ALGOR MORTIS): se debe a la interrupción de la actividad metabólica. El cuerpo muerto disminuye su calor hasta equiparar su temperatura con la del entorno. La curva de dispersión térmica se distingue por un primer lapso de tres a cuatro horas donde la temperatura corporal se reduce en no más de medio grado a la hora; por un segundo lapso de 6 a 10 horas sucesivas, donde la dispersión térmica es de aproximadamente un grado por hora; y por un tercer lapso donde la temperatura se reduce en $3/4, 1/2$, o $1/4$ de grado por hora hasta alcanzar el nivel de la temperatura ambiente. El enfriamiento se evidencia más claramente en las áreas expuestas (manos, pies, rostro) y más tarde en cuello, axilas y vísceras. La dinámica del enfriamiento está determinada por varios factores, entre los que se pueden destacar:

- La causa de la muerte: se determina que las hemorragias, deshidratación intensa, enfermedades crónicas, y las intoxicaciones por fósforo, arsénico y alcohol agilizan el proceso de enfriamiento. Se demora en enfermedad febril, envenenamientos por estricnina y nicotina, y muerte inesperada.
- Condiciones individuales: el proceso de enfriamiento se acelera en los cadáveres de fetos, neonatos, niños y personas de avanzada edad. El peso y la estatura corporal influyen en el tórax, las miembros superiores, el abdomen y las miembros inferiores, y se desvanecen en la misma dirección, coincidiendo con la putrefacción a las 24 horas. La rigidez total se manifiesta sobre las 12 y 15 horas, y se desaparece entre las 20 y 24 horas.

La rigidez está dividido en cuatro fases:

- Relajación: Sucede tras la muerte, cuando se produce una alteración en la tonalidad de las musculaturas corporales, ya sean lisas o estriadas.
- Instauración: Etapa que varía entre las 3 y 6 horas, cuando empiezan a apreciarse las alteraciones esqueléticas en la articulación temporomaxilar, lo que se confirma a las 2 horas de la muerte. Este fenómeno se expande entre las 8 y 10 horas, llegando a su máximo nivel entre las 12 y 15 horas. En esta etapa, se puede superar la rigidez a través de la movilización

pasiva de una estructura.

- Estado: Esta etapa se prolonga hasta las 24 horas, no se puede superar la rigidez de las estructuras, dado que la fuerza provocaría fracturas o fisuras.
- Resolución: Etapa desde las 24 a 36 horas después de la muerte, se origina debido a las alteraciones autolíticas que modifican los elementos musculares, si se supera la rigidez y no se producen fracturas.

Espasmo Cadavérico: se trata de una forma particular de Rigidez Cadavérica, en la que el cuerpo, justo después de establecerse el proceso de muerte, presenta una contracción muscular general (que impacta a todo el cuerpo) o local (que afecta a únicamente una zona como la mano), sin que previamente se produzca una etapa de relajación física. La causa es incierta, pero generalmente se relaciona con fallecimientos violentos que suceden en situaciones extremadamente físicas con fuerte emoción.

Entre los fenómenos tardíos tenemos a los fenómenos destructores: autólisis y putrefacción.

AUTÓLISIS: Es la serie de procesos anaeróbicos de fermentación que suceden dentro de la célula, impulsados por las enzimas celulares mismas, sin la participación de bacterias. Simonin (1962) indica que la parte medular de las suprarrenales se endurece, se modifica la capa cortical de los riñones, se remodela la pared gástrica y el encéfalo se autoliza.

PUTREFACCIÓN CADAVERICA: La putrefacción es un procedimiento de fermentación pútrida originado por bacterias. Las bacterias provienen del exterior, sin embargo, las que desempeñan un rol crucial son las que habitan en el medio interno, particularmente en el ciego, lleno de una gran flora microbiana, donde comienza el proceso de invasión al cuerpo. Primero intervienen las bacterias aerobias que absorben oxígeno (*E. coli*), seguidas de las bacterias aerobias facultativas (*Vibrio Cholerae*), y finalmente, las bacterias anaerobias (*Clostridium*).

Hay algunas etapas que surgen durante la Putrefacción:

- Fase Cromática: Sucede a partir de las 24 horas, cuando se presenta la mancha verde en la fosa iliaca del abdomen, después se realiza un veteado venoso a partir de las 48 horas, que implica la observación de la red venosa de la piel mediante la imbibición de hemoglobina convertida en compuestos azufrados, y finalmente se obtiene una coloración verdosa o negruzca, hasta las 72 horas.
- Fase Enfisematosa: Es resultado de la generación de numerosos gases generados por la actividad de las bacterias. El flujo de gases penetra en el tejido celular subcutáneo, provocando una inflamación en la cabeza, la ruptura de los globos oculares y la lengua se proyecta fuera de la boca; el tórax y el abdomen se encuentran distendidos y los genitales externos se expanden. Se inicia tras las 72 horas y se prolonga hasta los 7 días para dar paso a la licuefacción.
- Fase Colicuativo o de Licuefacción: Los tejidos se licuan, comenzando por las partes bajas, donde el cadáver adquiere una apariencia acaramelada. El flujo de un líquido pardo se manifiesta a través de los orificios naturales; tanto el cabello como las uñas se desprenden con facilidad durante este periodo. Luego, los gases se dispersan, y el cuerpo reduce su volumen y los tejidos se sumergen. Esta etapa puede extenderse de semanas a meses.
- Fase de Esqueletización: Durante 2 a 5 años, todos los tejidos blandos del cuerpo desvanecerán. Los componentes con más resistencia suelen ser tejido fibroso, ligamentos y cartílagos, lo que permite que el esqueleto se mantenga unido durante toda esta etapa, aunque también pueden ser eliminados al final todos estos componentes. Conforme el proceso progresa, las vísceras se convierten en una masa anatómicamente indiferenciada compuesta por una materia pardo oscura adherente conocido como putrúlagos. Todos estos residuos se extinguen y el cadáver alcanza su esqueletización.

Y fenómenos tardíos conservadores: corificación, maceración, momificación y saponificación.

Momificación: Se refiere a la desecación del cuerpo muerto mediante la evaporación del agua de los tejidos, con un tiempo de producción estimado de seis meses a un año desde la muerte,

o más dependiendo de las situaciones. Es ideal que este fenómeno suceda en entornos de altas temperaturas, secos y bien ventilados.

Saponificación o Adipocira: Transformación grasa del cadáver. Es una sustancia que Fourcroy describió en 1789, otorgándole este nombre debido a sus características que se asemejan a las de la grasa (adipo) y la cera (cira). Ocurre mediante un proceso de hidrólisis e hidrogenación de la grasa del cuerpo muerto, impulsado por la actividad de enzimas bacterianas. Está formada por trazas de glicerina y ácidos grasos saturados, en particular ácido palmítico. El fenómeno de la adipocirrosis exige que el cuerpo mortal tenga un adecuado pániculo adiposo y se halle en un ambiente húmedo. Normalmente se forma después de seis meses.

Corificación: Eventos como la coagulación, polimerización y acidificación de las grasas, generando una especie de embalsamiento natural, usualmente en los cuerpos enterrados en ataúdes de zinc. Se muestra una piel de color gris amarillento, que parece ser cuero recién curtido, adherido a las salientes de los huesos, dando la impresión de estar en estado caquéctico. Sucede de 6 a 12 meses.

Maceración Cadavérica: afecta solamente a los fetos fallecidos adentro del útero y no han sido extraídos del vientre materno por más de 1 semana.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Conclusiones generales

- La balística forense desempeña un papel fundamental en la resolución de crímenes relacionados con el uso de armas de fuego. El análisis minucioso de las armas, municiones y trayectorias balísticas aporta información crucial para reconstruir los hechos y reconocer a los posibles autores.
- La identificación y estudio de las marcas de clase e individuales presentes en balas y casquillos permiten vincular diferentes escenas del crimen con armas específicas, lo cual resulta esencial para relacionar sospechosos con hechos delictivos.
- Comprender los distintos tipos de armas de fuego y sus efectos en el cuerpo humano es indispensable para esclarecer las circunstancias de una muerte violenta, como la distancia del disparo y la posición relativa entre víctima y agresor.
- Los avances tecnológicos en el ámbito de la balística, incluyendo los sistemas automatizados de comparación de huellas balísticas, están mejorando notablemente la precisión y rapidez en las investigaciones forenses que implican armas.
- Los sistemas integrados de gestión dentro del ámbito legal y forense están favoreciendo la coordinación entre distintas áreas de conocimiento y departamentos, lo que permite realizar investigaciones más completas y coherentes. Esto es particularmente relevante en casos complejos que requieren un enfoque multidisciplinario.
- La fiabilidad y legitimidad de la prueba pericial dependen en gran medida de la experiencia del perito, la técnica utilizada y la imparcialidad del análisis. Los tribunales están adoptando criterios más exigentes para aceptar este tipo de pruebas, lo que resalta la necesidad de formación continua y el cumplimiento riguroso de protocolos establecidos.

- La incorporación de tecnologías de vanguardia en la recolección y el análisis de evidencias está revolucionando la investigación forense. Herramientas como el análisis genético de última generación y la reconstrucción tridimensional de escenas del crimen permiten alcanzar niveles excepcionales de detalle y exactitud.
- La medicina legal cumple una función clave en la interpretación de lesiones y la determinación de las causas de muerte en casos violentos. La habilidad para diferenciar entre diversos tipos de heridas y establecer su cronología es esencial para reconstruir la secuencia de los hechos en delitos como homicidios o abusos.
- El uso del análisis estadístico en medicina legal ayuda a identificar patrones y tendencias en distintos tipos de casos, desde siniestros viales hasta muertes por sobredosis. Esta información no solo contribuye a resolver casos individuales, sino que también orienta políticas públicas y estrategias de prevención del delito.
- Determinar con precisión el intervalo post mortem mediante herramientas como el nomograma de Henssge o el análisis de los cambios cadavéricos es fundamental para establecer cronologías en investigaciones penales. La integración de métodos clásicos con técnicas modernas, como el estudio del ARN, está optimizando la exactitud de estas estimaciones.
- La estandarización de los procedimientos de autopsia y la implementación de sistemas de control de calidad en los servicios de medicina forense están fortaleciendo la consistencia y la fiabilidad de los resultados periciales. Esto es especialmente relevante en investigaciones sujetas a un alto grado de escrutinio judicial o revisión por parte de múltiples especialistas.

Estas conclusiones subrayan el carácter interdisciplinario y en constante transformación de la balística, la medicina legal y la prueba pericial. También enfatizan la relevancia de la capacitación continua, la aplicación de nuevas tecnologías y la colaboración entre diversas disciplinas para elevar la calidad y efectividad de las investigaciones forenses y del sistema judicial en general.

Conclusiones Específicas

a. Evaluación del cumplimiento de los objetivos de la investigación:

- Se logró realizar un estudio minucioso sobre los distintos tipos de armas de fuego, su funcionamiento y los efectos de los proyectiles, cumpliendo así con el propósito de ofrecer una base sólida de conocimientos en el ámbito de la balística forense.
- El análisis detallado de los impactos de entrada y salida de los proyectiles, así como de sus trayectorias internas, ha aportado significativamente a la comprensión del comportamiento de los disparos dentro del contexto forense.
- La investigación referente a las distancias de disparo y su influencia en las lesiones ha proporcionado herramientas clave para la reconstrucción de escenas del crimen, alcanzando el objetivo de fortalecer las capacidades investigativas.
- Se consiguió una comprensión integral sobre el rol y la relevancia de la prueba pericial dentro del sistema de justicia, cumpliendo con la meta de evidenciar su importancia en procesos judiciales complejos.
- La exploración de los sistemas de gestión integrados en el entorno forense cumplió con el propósito de demostrar cómo la implementación de tecnología y procedimientos estandarizados puede optimizar la eficacia y precisión en las investigaciones penales.
- El análisis profundo de los procesos cadavéricos y su relación con la estimación del momento de la muerte permitió cumplir el objetivo de ofrecer herramientas confiables para determinar el intervalo post mortem.
- La investigación sobre las lesiones en muertes violentas y su interpretación médico-legal alcanzó el propósito de perfeccionar las capacidades analíticas aplicadas durante autopsias judiciales.
- La incorporación del análisis estadístico en la interpretación de evidencia forense cumplió con la meta de introducir enfoques cuantitativos en la medicina legal, aumentando así la objetividad en los resultados.

b. Aporte en el ámbito académico:

- Esta investigación proporciona un sustento teórico firme para quienes deseen profundizar en el estudio de la balística forense, impulsando el desarrollo de nuevas técnicas y metodologías investigativas.
- El análisis de los efectos de los proyectiles sobre distintos materiales puede servir como punto de partida para nuevas investigaciones en física aplicada y ciencias de materiales.
- La revisión de los sistemas de gestión integrados en el entorno forense puede motivar nuevas investigaciones enfocadas en la mejora de la calidad y eficiencia en laboratorios y entidades científicas.
- El trabajo sobre fenómenos cadavéricos y la estimación de la data de muerte amplía el conocimiento en tanatología forense, sirviendo como base para futuras investigaciones especializadas.
- La implementación de métodos estadísticos en medicina legal promueve la integración entre disciplinas como las ciencias médicas y matemáticas, generando nuevas posibilidades de estudio interdisciplinario.

c. Aporte a nivel personal:

- El análisis profundo del campo balístico fortalece el pensamiento crítico y las habilidades analíticas, competencias valiosas en múltiples ámbitos profesionales.
- La comprensión del funcionamiento de las armas de fuego y sus consecuencias fomenta una mayor responsabilidad en el manejo y seguridad de este tipo de armamento.
- La familiarización con sistemas de gestión integrados desarrolla una mentalidad estructurada y metódica para la resolución de problemas y la administración de proyectos.
- El aprendizaje de conceptos en medicina legal genera una mayor sensibilidad respecto a la fragilidad de la vida humana y promueve una ética sólida en la práctica jurídica y médica.

- El uso del análisis estadístico incentiva el pensamiento lógico y la interpretación rigurosa de datos, lo cual representa una herramienta esencial para la toma de decisiones tanto personales como profesionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Alarcon, P. (2018). *Balística Forense II*. Asunción, Paraguay: EDIBOX. Obtenido de <https://criminalisticaencolombia>.
- Andrade, R. (2020). *Teoría General, Técnica, Táctica y Metodología de la Criminalística*. Caracas, Venezuela: CAMBOP.
- Araujo, T. (2017). *Planimetría Forense y su eficacia para fijar indicios balísticos*. Santiago de Chile, Chile: ZUCD.
- Arismendi, A. (2018). *La balística en la investigación criminal*. Montevideo, Uruguay: O.CDX.
- Ayudaley. (26 de 02 de 2025). *Ayuda Ley*. Obtenido de <https://ayudaleyprotecciondatos.es/metadatos/online/#:~:text=Online%20Exif%20Viewer%20es%20una,la%20URL%20de%20la%20misma>.
- Baldwin, J. &. (2018). *Forensic analysis of mobile devices*. In *Handbook of Digital Forensics and Investigation* (pp. 327-344). Elsevier.
- Biblioteca CRAI. (10 de 11 de 2024). Obtenido de https://guiasbib.upo.es/edicion_multimedia_video/frame#:~:text=Frame%20o%20fotograma%20se%20refiere,en%20las%20im%C3%A1genes%20para%20ampliar.&text=Tambi%C3%A9n%20conocido%20como%20framerate%2C%20es,da%20como%20resultado%20el%20v%C3%ADdeo.
- Brito. (2000). *Manual de Criminalística*. Cartagena, Colombia: EDIBOG.
- Campos, T. (2017). *Informática Forense I*. Medellín, Colombia: SAMBOT.
- Case, J. &. (2021). *Mobile forensics: A comprehensive guide*. CRC Press.
- Darahuge, L. (2020). *Manual de Informática forense II*. Cali, Colombia: DONORA.
- Echanique, C. (2021). *La contribución de la balística en la escena del crimen*. San José, Costa rica: TEXC.

- Espala, B. (2020). *Introducción a la Informática Forense*. Asunción, Paraguay: IMBO.
- ESTADO, F. G. (2023). <https://www.fiscalia.gob.ec/caso-metastasis-fiscalia-procesa-a-31-personas-por-presunta-delincuencia-organizada-relacionada-con-hechos-de-corrupcion-y-narcotrafico/>. QUITO.
- Garcés, C. (2018). *Norma mexicana NMX-I-25030-NYCE-2015*: (Vol. Diario Oficial de la Federación). Cali, Colombia: Ferrer.
- Garcés, M. (2018). *El procesamiento del lugar de los hechos con indicios balísticos II*. Bogotá, Colombia: SURCP.
- Gavilán, J. (2021). Captura de fotogramas. En E. I. Gerencia.
- Gogolin, J. (2019). *Digital forensics and mobile phone evidence*. Springer.
- Gonzaga, E. (2019). *Procedimiento Criminalístico al Encontrar un Arma de Fuego en la escena del crimen*. Sucre, Bolivia: VOLECT.
- González, G. (2021). *Balística Exterior*. Quito, Ecuador: Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de <https://www.colegiojurista.com/blog/art/balistica-exterior/>
- Hernández, C. (2005). *La Ciencia Criminalística*. Bogota, Colombia: CAMBX. Obtenido de [https://www.studocu.com/co/document/universidad-](https://www.studocu.com/co/document/universidad-incorporated)
- Incorporated., A. S. (2023). *Adobe Premiere Pro: Video editing software*. Recuperado de <https://www.adobe.com/products/premiere.html>.
- iINPUT-ACE. (2023). *Investigative Video Analysis Software*. Recuperado de <https://www.input-ace.com>.
- Jorge, S. (2024). *Balística Forense*. Cali, Colombia: Cromos.
- Macas Saritama, R. J. (2023).
- Marquez, C. (2021). *La Ciencia Criminalística*. Caracas, Venezuela: ICITAP.

- Montero, J. (2014). *Balística Forense*. Asunción, Paraguay: Libocx.
- Olivo, F. (2022). Relevancia de la evidencia balística. *Revista de Construcciones Sociales*, 122. Obtenido de <https://www.revista-imaginariosocial>.
- Payne-James, J. (2016). *Firearms and Ballistics: Fundamentals and Forensics*. 7.
- Pelaez, M. (2020). *Balística interior y su importancia*. Lima, Perú: Betux. Obtenido de <https://www.udocz.com/apuntes/89309/balistica-interior-y-su-importancia>
- Polo, C. (2017). *NORMA ESPAÑOLA NMX-25030-NYCE-2017*. (D. O. FEDERACIÓN, Ed.)
- RAND. (2023). Obtenido de <https://www.rand.org/research/projects/truth-decay/fighting-disinformation/search/items/forensically-image-verification-tool.html>
- Rodríguez, E. (2023). *Violencia con armas de fuego*. Cali, Colombia: Cosmo. Obtenido de <https://www.amnesty.org/es/what-we-do/arms-control/gun-violence/>
- Sanler, P. (2017). *Criminalística para abogados*. ESTUPBOX. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/313087925/criminalistica->
- Santos, F. (2015). *Balística General I*. México, México D.F.: DEXC.
- Software., A. (2023). *Amped FIVE: Forensic Video Enhancement Software*. Amped Software. URL: <https://ampedsoftware.com/five>.
- Software., A. S. (s.f.).
- Software., A. S. (s.f.). *Investigative Video Analysis Software*. <https://ampedsoftware.com/five>.
- Torres-Zúñiga, R.-O. &. (2020). Asunción, Paraguay: CMXBO.



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.