

Maestría en

CRIMINALÍSTICA

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

AUTORES:

Bastidas Castillo Némesis Nayeli

Orquera Calero Angélica Fernanda

Rueda Arias César Porfirio

Villarreal Prado Nayelis Alejandra

Villacrés Ayala Paula Camila

TUTORES:

Dr. Sergio Fernández

Dra. Elisa Ruiz-Tagle

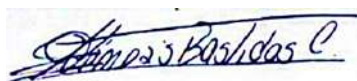
Ing. Javier Gavilán

**“Reconstrucción Balística Forense en un Caso de Homicidio con Múltiples Disparos:
Análisis Técnico-Científico de Caso Anónimo”**

Certificación de autoría

Nosotros, Bastidas Castillo Némesis Nayeli; Orquera Calero Angélica Fernanda; Rueda Arias César Porfirio; Villarreal Prado Nayelis Alejandra y Villacrés Ayala Paula Camila, 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.



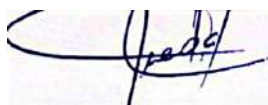
Firma del graduando

Bastidas Castillo Némesis Nayeli



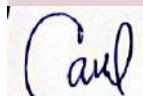
Firma del graduando

Orquera Calero Angélica Fernanda



Firma del graduando

Rueda Arias César Porfirio



Firma del graduando

Villacrés Ayala Paula Camila



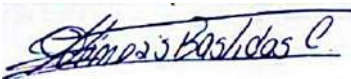
Firma del graduando

Villarreal Prado Nayelis Alejandra

Autorización de Derechos de Propiedad Intelectual

Nosotros, Bastidas Castillo Némesis Nayeli; Orquera Calero Angélica Fernanda; Rueda Arias César Porfirio; Villarreal Prado Nayelis Alejandra y Villacrés Ayala Paula Camila, en calidad de autores del trabajo de investigación titulado *“Reconstrucción Balística Forense en un Caso de Homicidio con Múltiples Disparos: Análisis Técnico-Científico de Caso Anónimo”*, 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, diciembre, 2025



Firma del graduando

Bastidas Castillo Némesis Nayeli



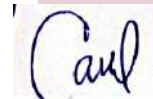
Firma del graduando

Orquera Calero Angélica Fernanda



Firma del graduando

Rueda Arias César Porfirio



Firma del graduando

Villacrés Ayala Paula Camila



Firma del graduando

Villarreal Prado Nayelis Alejandra

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, Sergio Fernandez y Jorge Dominguez, declaramos que los graduandos: Bastidas Castillo Némesis Nayeli Orquera Calero Angélica Fernanda Rueda Arias César Porfirio Villarreal Prado Nayelis Alejandra Villacrés Ayala Paula Camila son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal de ellos.

FERNANDEZ
 MORENO SERGIO
 ANTONIO -
 24237806S

Firmado digitalmente
 por FERNANDEZ
 MORENO SERGIO
 ANTONIO - 24237806S
 Fecha: 2026.04.02
 20:06:04 +02'00'

Director/a de la
 Maestría en Criminalística



Firmado electrónicamente por:
 JORGE MARTIN
 DOMINGUEZ JARAMILLO

*Validar únicamente con FirmaEC

Coordinador/a de la
 Maestría en Criminalística



DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, quienes, con su apoyo incondicional, paciencia y confianza iluminaron cada paso de este camino académico. A quienes creyeron en nuestras capacidades incluso en los momentos de mayor incertidumbre, les ofrecemos este logro como testimonio de su fortaleza y de su amor.

También dedicamos esta tesis a todas las personas que, de una u otra manera, nos inspiraron a continuar, recordándonos que el conocimiento adquiere sentido cuando se comparte y transforma realidades.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron a la realización de este proyecto de tesis.

En particular, queremos reconocer la labor de los profesores que impartieron las tres materias PBL que sirvieron como base para el desarrollo de esta investigación. A cada uno de ellos agradecemos su guía académica, sus observaciones oportunas y el acompañamiento que nos permitió fortalecer nuestro trabajo desde distintas perspectivas. Su compromiso docente y sus aportaciones fueron fundamentales para consolidar este proyecto.

Agradecemos también al cuerpo académico de la maestría por brindarnos las herramientas conceptuales y metodológicas necesarias para abordar con rigor cada etapa de esta investigación.

Extendemos nuestro agradecimiento a las instituciones y personas que colaboraron con información, tiempo y recursos indispensables para el análisis y la construcción de los resultados aquí presentados. Su disposición y apoyo fueron esenciales para alcanzar los objetivos planteados.

Finalmente, expresamos nuestra profunda gratitud a nuestras familias y amistades, por su paciencia, comprensión y aliento constante. Gracias por acompañarnos con generosidad en este camino académico y personal.

Resumen

El presente estudio desarrolla una reconstrucción balística forense integral en un caso anónimo de homicidio ocurrido en un espacio abierto del Distrito Metropolitano de Quito. A partir del procesamiento técnico–científico de la escena, se examinaron ocho vainas percutidas y varios proyectiles calibre 9 mm, prendas con desgarros textiles compatibles con el paso de proyectiles, así como lesiones corporales que evidencian impactos de larga distancia. La investigación integró análisis balístico interno, externo y terminal, correlación médico–legal y estudio contextual del entorno físico. Esta aproximación permitió establecer la dinámica general del suceso, la posición probable del tirador, la dirección de los disparos y la secuencia aproximada del evento.

Los resultados muestran que los disparos fueron efectuados desde un punto frontal a la víctima, sin desplazamiento significativo del tirador, y con un patrón de agrupación estable. El análisis de lesiones y trayectorias internas confirma que el ataque fue directo, focalizado y ejecutado a más de un metro de distancia. Asimismo, se identificaron vacíos investigativos propios de escenarios abiertos, incluyendo la ausencia de sistemas de videovigilancia, limitaciones ambientales y ausencia de ciertas pruebas complementarias. Este caso evidencia la importancia de la integración metodológica entre criminalística, balística y medicina legal para fortalecer la solidez pericial en hechos violentos complejos.

Palabras clave: Balística forense, reconstrucción del evento, trayectorias de proyectiles, medicina legal, indicios balísticos.

Abstract

This study presents a comprehensive forensic ballistic reconstruction of an anonymous homicide case that occurred in an open area of the Metropolitan District of Quito. Based on the technical and scientific processing of the scene, eight spent shell casings and several 9mm projectiles were examined, along with clothing with textile tears consistent with bullet penetration, and bodily injuries indicative of long -range impacts. The investigation integrated internal, external, and terminal ballistic analysis, geometric trajectory modeling, medicolegal correlation, and a contextual study of the physical environment. This approach allowed for the establishment of the overall dynamics of the event, the shooter's probable position, the direction of the shots, and the approximate sequence of events.

The results show that the shots were fired from a point directly in front of the victim, without significant movement of the shooter, and with a stable grouping pattern. The analysis of injuries and internal trajectories confirms that the attack was direct, focused, and executed from a distance of more than one meter. Furthermore, investigative gaps typical of open crime scenes were identified, including the absence of video surveillance systems, environmental limitations, and the lack of certain complementary evidence. This case highlights the importance of methodological integration between criminalistics, ballistics, and forensic medicine to strengthen expert testimony in complex violent incidents.

Keywords: Forensic ballistics, event reconstruction, projectile trajectories, forensic medicine, ballistic evidence.

Índice

Certificación de autoría.....	2
Autorización de Derechos de Propiedad Intelectual	3
Acuerdo de confidencialidad.....	4
DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTOS	7
Resumen.....	8
Abstract	9
Índice de Tablas	14
Índice de Figuras.....	15
Capítulo I: Introducción	17
Planteamiento del problema e importancia del estudio	18
Definición del proyecto.....	18
Naturaleza o tipo de proyecto	19
Objetivos.....	19
Justificación e importancia del trabajo de investigación	20
Capítulo II: Marco Teórico	22
Fundamentos de la Criminalística.....	22
Principios de intercambio y reconstrucción	23
Métodos de fijación y documentación de la escena.....	24
Balística Forense	25
Balística interna, externa y de efectos.....	27
Características de proyectiles y vainas.....	29

Factores que influyen en el comportamiento del proyectil	30
Escena del crimen en espacios abiertos	31
Particularidades de escenas abiertas.....	32
Factores ambientales y conservación de indicios.....	32
Limitaciones técnicas en escenarios no controlados	33
Medicina legal y análisis lesional	34
Rol de la autopsia judicial en el análisis lesional	34
Fenómenos cadavéricos tempranos y tardíos	35
Lesiones por proyectil de arma de fuego	38
Evaluación médico-legal de heridas en diferentes regiones corporales	40
Indicios balísticos y su valor investigativo	42
Vainas percutidas.....	42
Balas, fragmentos y su correlación con lesiones.....	43
Relación entre elementos balísticos y dinámica del evento	43
Reconstrucción forense del evento	44
Metodologías de reconstrucción	45
Cadena de custodia y normativas aplicables	47
Trazabilidad de indicios balísticos y biológicos.....	48
Pruebas complementarias y laboratorio forense	48
Informe pericial y estructura recomendada.....	49
Capítulo III: Análisis Balístico Forense del Caso.....	50
Contextualización del caso	50

Tipo de escena	52
Condiciones ambientales y visibilidad.....	54
Descripción técnica del lugar.....	55
Distribución espacial del entorno.....	56
Limitaciones del entorno.....	56
Análisis de posición y actitud final del cuerpo	57
Hallazgos en prendas de vestir.....	59
Balística forense: Descripción.....	62
Reconocimiento de objetos, indicios y/o evidencias.....	62
Balística de efectos	71
Distancia de disparo.....	72
Conclusiones balísticas del caso	73
Capítulo IV: Medicina Legal y Análisis Lesional	75
Estado cadavérico observable	75
Fenómenos cadavéricos observados.....	75
Semiología forense del patrón lesional.....	76
Análisis detallado de lesiones	76
Heridas por proyectil de arma de fuego (PAF) por segmento.....	79
Relación entre heridas y proyectiles	84
Indicios balísticos recolectados.....	84
Correlación balística-lesional.....	86
Coincidencias entre lesiones y prendas de Vestir	86

Conclusiones Médico-Legales preliminares	89
Capítulo V: Análisis Forense Audio–Video.....	91
Disponibilidad de registros audiovisuales	91
Justificación de validez del registro fotográfico	91
Características técnicas	92
Calidad técnica de las imágenes.....	95
Iluminación y condiciones de captura.....	95
Nitidez y resolución	96
Herramientas y programas para el estudio de elementos audiovisuales en la investigación criminalística.....	96
Importancia de las herramientas tecnológicas en el análisis forense	96
Software de análisis de imágenes forenses	97
Limitaciones tecnológicas actuales.....	103
Validación técnica de las fotografías.....	104
Limitaciones por ausencia de registros.....	106
Relevancia investigativa	107
Conclusiones de audio y video	108
Capítulo VI: Reconstrucción Integrada del Caso	110
Correlación entre hallazgos balísticos y médico–legales.....	110
Dinámica general del evento	110
Número mínimo de disparos y posiciones probables	111
Vacíos investigativos y limitaciones	112
Conclusiones y aplicaciones.....	114

Limitaciones de la investigación	115
Recomendaciones técnicas.....	116
Referencias.....	117
Anexos	119
Caso en anonimato (basado en informe policial)	119

Índice de Tablas

Tabla 1 Técnicas Modernas de Balística	27
Tabla 2 Componentes de la balística de efectos o terminal	28
Tabla 3 Limitaciones técnicas en escenarios no controlados.....	33
Tabla 4 Reconocimiento del lugar de los hechos	51
Tabla 5 Límites parroquiales de Chilibulo	56
Tabla 6 Análisis del cuerpo	58
Tabla 7 Análisis y descripción de las prendas de vestir.....	59
Tabla 8 Descripción de las prendas	60
Tabla 9 Detalle de los indicios.....	62
Tabla 10 Fenómenos Cadavéricos	75
Tabla 11 Distribución anatomía de los impactos en región cefálica y cervical	76
Tabla 12 Distribución anatomía de los impactos en tórax anterior y posterior	77
Tabla 13 Distribución anatomía de los impactos en abdomen, pelvis y región lumbar	78
Tabla 14 Software Profesional Especializado en Análisis Forense	97
Tabla 15 Software de Código Abierto para Análisis de Imágenes.....	97
Tabla 16 Herramientas de Análisis de Video Forense	98
Tabla 17 Software de Fotogrametría y Medición Forense	99
Tabla 18 Herramientas de Verificación de Autenticidad.....	100
Tabla 19 Herramientas Utilizadas en el Presente Caso	100

Tabla 20 Protocolos y Tecnologías en Análisis Forense Audiovisual.....	101
Tabla 21 Desafíos en el análisis forense audiovisual.....	103
Tabla 22 Autenticidad e integridad del material fotográfico	103
Tabla 23 Cuadro Integrado del Análisis del Material Fotográfico Forense.....	104
Tabla 24 Limitaciones, fortalezas y uso del material fotográfico.....	106
Tabla 25 Relevancia investigativa	107

Índice de Figuras

Figura 1 Terreno Baldío (Escena del crimen)	54
Figura 2 Condiciones de la escena	54
Figura 3 Imagen del plano de la situación.....	55
Figura 4 Calles de Chilibulo.....	57
Figura 5 Cuerpo de la víctima.....	59
Figura 6 Plano de detalle.....	70
Figura 7 Heridas de la víctima	73
Figura 8 De filiación del cadáver	77
Figura 9 Heridas producidas por el paso de proyectil de arma de fuego, localizada en la región anterior torácica del cadáver	78
Figura 10 Heridas producida por el paso de proyectil de arma de fuego, localizada en la región posterior torácica del cadáver	78
Figura 11 Herida producida por el paso de proyectil de arma de fuego, localizada en la región abdominal tercio superior del cadáver	79
Figura 12 Detalle, de una (01) herida producida por el paso de proyectil de arma de fuego, localizada en el labio superior e inferior costado derecho del cadáver.....	80
Figura 13 Detalle, de una (01) herida producida por el paso de proyectil de arma de fuego, localizada en la región anterior del cuello del cadáver	80

Figura 14 Detalle heridas producidas por el paso de proyectil de arma de fuego, localizada en la región anterior media torácica del cadáver	81
Figura 15 Detalle de varias heridas producida por el paso de proyectil de arma de fuego, localizada en la región posterior torácica del cadáver	82
Figura 16 Detalle de herida producida por el paso de proyectil de arma de fuego, localizada en la pelvis del cadáver	82
Figura 17 Detalle, de herida producida por el paso de proyectil de arma de fuego, localizada en el tercio superior de la región lumbar del cadáver.....	83
Figura 18 Detalle de herida producida por el paso de proyectil de arma de fuego, localizada en el tercio superior del glúteo derecho del cadáver	83
Figura 19 Detalle de la ubicación de los indicios 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.....	84
Figura 20 Detalle De detalle de la base del culote del indicio 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.	85
Figura 21 Detalle de la bala con encamisado de latón y núcleo de plomo	85
Figura 22 Detalle de Una (01) bala deformada y Una (01) bala con encamisado de latón y núcleo de plomo, CODIGO SIIPNE: 714635, localizado entre las prendas que portaba el cadáver	85
Figura 23 Detalle de Una (01) camiseta polo color negro presenta desgarró de fibras textiles en el tercio anterior superior y tercio anterior medio.	87
Figura 24 Detalle de Una (01) camiseta polo color negro presenta desgarró de fibras textiles en el tercio posterior superior, medio y bajo	87
Figura 25 Detalle de Una (01) pantaloneta color negro presenta desgarró de fibras textiles en el tercio superior de la parte posterior	88
Figura 26 Detalle de Un (01) bóxer multicolor presenta maculas de color marrón en el tercio superior de la parte anterior.....	88
Figura 27 Detalle de Una (01) camiseta polo color negro presenta desgarró de fibras textiles, Una (01) pantaloneta color negro presenta desgarró de fibras textiles y Un (01) bóxer multicolor presenta desgarró de fibras textiles y máculas de color marrón	89

Capítulo I: Introducción

La reconstrucción de hechos violentos asociados al uso de armas de fuego constituye un eje central dentro de la criminalística moderna, especialmente en contextos en los que convergen múltiples disparos, escenas abiertas y ausencia de control ambiental (Salvatierra et al., 2023). En estos escenarios, la interpretación aislada de los indicios puede conducir a conclusiones fragmentadas o imprecisas; por ello, la integración disciplinaria es indispensable para generar reconstrucciones técnicamente fundamentadas y judicialmente válidas.

El presente caso analizado corresponde a un homicidio en un terreno baldío con múltiples indicios balísticos y ausencia de infraestructura de vigilancia. La víctima fue localizada en posición decúbito supino, sin signos de arrastre, con prendas dañadas y lesiones compatibles con impactos de larga distancia. La escena presentó condiciones topográficas y urbanísticas que demandaron un abordaje técnico riguroso para evitar sesgos interpretativos.

La presente investigación empleó una metodología multiétnica basada en:

- Fijación y documentación de la escena
- Levantamiento y clasificación de indicios balísticos
- Análisis de trayectorias mediante principios geométricos y balísticos
- Correlación con lesiones externas e internas descritas
- Evaluación del entorno físico y sus influencias operativas
- Síntesis reconstructiva sustentada en principios de física balística y medicina legal.

El propósito central del estudio es demostrar la relevancia de una reconstrucción integral en casos con características similares, ofreciendo insumos técnicos aplicables a contextos periciales reales y promoviendo estándares de trabajo acordes con la práctica forense contemporánea.

Planteamiento del problema e importancia del estudio

La investigación forense de hechos violentos en los que intervienen armas de fuego constituye un desafío técnico y metodológico para las ciencias forenses. En los casos de homicidio con múltiples disparos, la reconstrucción balística adquiere una relevancia crítica, ya que permite establecer la dinámica de los hechos, determinar la posición y trayectoria de los proyectiles, identificar el número de participantes, así como corroborar o refutar hipótesis investigativas. Sin embargo, en muchos procesos judiciales persisten deficiencias relacionadas con la correcta interpretación de la evidencia balística, la ausencia de análisis integrales y la falta de procedimientos sistematizados para la reconstrucción (Cuesta y Cabra, 2021).

El caso anónimo que se presenta, adaptado de un hecho real, involucra un homicidio ocurrido en un entorno urbano, en el cual se documentaron múltiples impactos de proyectil en la escena y en la víctima. La diversidad de trayectorias, la superposición de indicios y la complejidad espacial del sitio dificultaron la determinación precisa de la secuencia del evento. Esta situación refleja un problema frecuente en peritajes balísticos: la insuficiente integración entre análisis de trayectorias, estudio de patrones de dispersión, interpretación del entorno físico y correlación médico-forense.

La importancia del estudio radica en que una reconstrucción balística rigurosa no solo contribuye a esclarecer las circunstancias del hecho, sino que fortalece la solidez de las conclusiones periciales presentadas ante las autoridades judiciales. Asimismo, aporta conocimientos metodológicos que pueden aplicarse a casos futuros, elevando el estándar técnico-científico en la práctica pericial.

Definición del proyecto

El presente proyecto consiste en la reconstrucción balística forense de un caso anónimo de homicidio con múltiples disparos, empleando un enfoque multi -metodológico que integra análisis físico, modelamiento espacial, estudio de trayectorias y correlación médico-legal. Su

finalidad es demostrar, mediante fundamentos científicos, la utilidad de un modelo sistematizado de reconstrucción balística para la interpretación integral de hechos violentos.

El proyecto se define como un estudio técnico -científico aplicado, orientado a generar conocimiento especializado y a fortalecer las prácticas periciales en el ámbito de la criminalística y la balística forense.

Naturaleza o tipo de proyecto

El proyecto es de carácter aplicado, descriptivo y analítico:

- Aplicado, porque emplea conocimientos teóricos y técnicas forenses para resolver un caso concreto adaptado de un hecho real.
- Descriptivo, ya que detalla las características de la escena, los indicios balísticos, la trayectoria de los proyectiles y la dinámica del evento.
- Analítico, debido a que interpreta los datos mediante métodos científico -técnicos para explicar el mecanismo de los disparos y establecer una reconstrucción coherente del hecho.

Adicionalmente, se inserta en el campo de la criminalística reconstructiva, cuyo objetivo es explicar cómo ocurrió un evento delictivo mediante el estudio de la evidencia física.

Objetivos

Objetivo general

Realizar una reconstrucción balística forense integral del caso anónimo de homicidio con múltiples disparos, con el fin de establecer la dinámica del evento mediante el análisis técnico-científico de las trayectorias, posiciones relativas y evidencia balística asociada.

Objetivos específicos

- Identificar y clasificar los indicios balísticos presentes en la escena y en la víctima, incluyendo casquillos, proyectiles, impactos y elementos asociados, para comprender su distribución espacial y relevancia pericial.
- Realizar un análisis médico -legal especializado del caso, determinando la naturaleza de las lesiones, la compatibilidad con los mecanismos de producción, el grado de afectación corporal y su relación con la presunta mecánica del evento.
- Establecer las herramientas tecnológicas para el procesamiento de la escena del crimen en la utilidad de métodos, técnicas y procedimientos en audio y video forense para establecer elementos de convicción en el desarrollo e la investigación penal

Justificación e importancia del trabajo de investigación

La reconstrucción balística de hechos violentos es un elemento fundamental en la investigación criminal y en el esclarecimiento de delitos contra la vida. No obstante, la complejidad inherente a los casos con múltiples disparos demanda procedimientos avanzados que integren diversos enfoques técnicos. En la práctica forense, la ausencia de metodologías estandarizadas puede conducir a interpretaciones parciales o erróneas, afectando la certeza judicial.

Este trabajo se justifica porque:

- Aporta un modelo sistematizado y técnicamente fundamentado para reconstruir eventos con uso de armas de fuego, aplicable en contextos periciales reales.
- Contribuye al fortalecimiento del rigor científico en la criminalística, mediante la integración de técnicas de trayectorias, balística interna y externa, análisis espacial y correlación médico-legal.



- Genera conocimiento académico útil para la formación de especialistas, permitiendo que futuras investigaciones o peritajes se beneficien de las metodologías desarrolladas.
- Promueve la transparencia y solidez de los dictámenes periciales, elementos esenciales para los procesos judiciales y el debido proceso.

La importancia del estudio reside en su impacto potencial tanto en el ámbito académico como en el profesional, al proponer una metodología robusta que brinda mayor claridad y precisión en la interpretación de evidencia balística en casos de homicidio complejos.

Capítulo II: Marco Teórico

Fundamentos de la Criminalística

La criminalística se erige como una disciplina científica–técnica cuyo objetivo es estudiar de manera sistemática los indicios materiales relacionados con un hecho presuntamente delictivo para reconstruirlo y aportar conclusiones verificables al proceso penal (Román et al., 2022). Su campo epistemológico se fundamenta en el paradigma positivista, pues exige evidencia observable, medición objetiva, replicabilidad y validación empírica. Esta disciplina integra conocimientos provenientes de ciencias naturales, exactas y sociales, lo que la convierte en un área interdisciplinaria en constante evolución (Pena, 2021).

Desde una perspectiva histórica, la criminalística moderna emerge a finales del siglo XIX con los aportes de Hans Gross, Edmond Locard y Paul Kirk, quienes establecieron las bases metodológicas y científicas del análisis forense (Vera y Ordoñez, 2025). Su evolución ha estado marcada por la incorporación de nuevas tecnologías como microscopía digital, escaneo 3D, técnicas cromatográficas, inteligencia artificial aplicada a patrones forenses y análisis de probabilidad bayesiana para la interpretación de evidencias.

Entre las funciones principales se encuentran las siguientes:

a. Reconocimiento preliminar y delimitación conceptual del hecho

El perito identifica la naturaleza del fenómeno, evalúa riesgos, distingue entre indicios relevantes y distractores, y realiza un análisis inicial de los posibles escenarios compatibles con la evidencia observable (Mejía y Gil, 2021).

b. Identificación, recolección y preservación de evidencias

El valor probatorio de un indicio deriva no solo de su existencia, sino de su integridad. Por ello, la criminalística opera bajo principios de trazabilidad, control, integridad y continuidad. Se deben respetar normas internacionales como:

- ISO/IEC 17025 para laboratorios de ensayo (Delgado et al., 2023).

- ISO/IEC 17020 para entidades de inspección (Largo y Moreira-Macías, 2025).
- Estándares de la ENFSI (European Network of Forensic Science Institutes) (Champod et al., 2016).
- Guías ASTM para evidencias físicas (Santamaría et al., 2021).

c. Aplicación del método científico en el análisis forense

El proceso incluye formulación de hipótesis, experimentación, análisis comparativos, instrumentalización y verificación. Cada conclusión debe ser replicable por un experto independiente.

d. Interpretación integrada de los hallazgos

El perito no solo analiza objetos, sino que interpreta relaciones causales, temporales y físicas entre estos. Integrar múltiples tipos de evidencia (biológica, balística, química, digital) es una de las exigencias más complejas.

e. Elaboración del informe pericial

Debe ser una exposición clara, justificada y metodológicamente transparente. Un informe profesional incluye: objetivos, marco teórico, metodología, procedimientos, resultados, interpretación y conclusiones argumentadas.

Principios de intercambio y reconstrucción

Principio de Intercambio de Locard

Edmond Locard (1920) planteó que todo contacto deja un rastro. La profundidad epistemológica de este principio radica en que:

- La transferencia puede ser bilateral ($A \rightarrow B$ y $B \rightarrow A$).
- Su magnitud depende del tiempo, fuerza, duración y naturaleza del contacto.
- Puede ser macro, micro o incluso nano particular.

- Permite relacionar personas, lugares y objetos mediante análisis fisicoquímicos.

El desarrollo tecnológico ha permitido identificar partículas cada vez más pequeñas, como nano residuos de GSR, partículas de suelo mineral y microfibras sintéticas, elevando la sensibilidad del principio.

Principio de reconstrucción

La reconstrucción criminalística es un proceso inferencial que se basa en:

- Leyes de la física, química y biología
- Análisis de patrones
- Lógica científica
- Exclusión de hipótesis incompatibles
- Integración secuencial del evento

La reconstrucción moderna incorpora software especializado, modelación tridimensional, dinámica de fluidos computacional (CFD), simuladores balísticos y análisis probabilístico (Likelihood Ratios).

Métodos de fijación y documentación de la escena

Una adecuada fijación es fundamental porque toda intervención altera la escena. Las técnicas se enriquecen con avances tecnológicos:

i. Fijación escrita técnico-descriptiva

Debe incluir:

- Topografía del terreno
- Condiciones meteorológicas
- Olores particulares

- Temperatura corporal y ambiental
- Descripción de fluidos, manchas, indicios tecnológicos
- Evidencia balística dispersa o incrustada

La descripción debe evitar interpretaciones: se describe lo que se observa, no lo que se deduce.

ii. Fijación fotográfica especializada

Actualmente dentro de la misma se incluye:

- Fotografía HDR (High Dynamic Range)
- Filtros polarizados para superficies reflectantes
- Fotografía forense multispectral (UV, IR)
- Fotogrametría de precisión
- Fotografía macro y supermacro para microestrías

iii. Video documentación profesional

Además de registrar el entorno, puede complementar evidencia de sonido, desplazamientos, rutas de huida y posibles manipulaciones del terreno.

iv. Planimetría y escaneo 3D

El uso de láser terrestre (TLS), LIDAR y estaciones totales permite reconstrucciones submilimétricas, útiles especialmente en balística reconstructiva.

Balística Forense

La balística forense constituye una de las ramas más especializadas de las ciencias forenses, encargada de analizar los fenómenos físicos, mecánicos, químicos y dinámicos implicados en la generación, transmisión y efectos de un disparo. Su propósito fundamental es

establecer relaciones científico-técnicas entre el arma de fuego, los proyectiles, los casquillos, los patrones de impacto y la escena del crimen, con el fin de reconstruir los hechos bajo parámetros cuantificables y reproducibles.

Su estudio integra conocimientos multidisciplinarios provenientes de la física, metalurgia, termodinámica, dinámica de fluidos, química analítica, biomecánica, ingeniería de materiales y tecnologías de análisis digital, permitiendo una aproximación holística a la reconstrucción balística.

La balística forense aplica principios de física, mecánica, termodinámica, metalurgia y dinámica de fluidos para estudiar:

- El funcionamiento mecánico del arma
- El comportamiento del proyectil
- La relación entre arma, proyectil, blanco y escena
- Las huellas únicas que permiten identificar un arma concreta

La balística moderna abarca:

- Caracterización de micro estrías mediante microscopios 3D
- Análisis SEM-EDS para residuos de disparo
- Modelación aerodinámica del proyectil
- Simulación terminal en tejidos sintéticos (gel balístico)
- Análisis probabilístico de correspondencias balísticas.

El análisis incluye estudios de disparos accidentales, fallas mecánicas, armas alteradas o artesanales y mecanismos de seguridad.

Tabla 1
Técnicas Modernas de Balística

Técnica	Descripción	Utilidad en la Reconstrucción
Microscopía 3D	Análisis tridimensional de estrías	Comparación precisa entre proyectil y cañón
SEM-EDS	Identificación de residuos de disparo	Determinación de presencia y tipo de disparo
Modelación aerodinámica	Análisis computacional de trayectoria	Reconstrucción 3D de la escena de disparo
Gel balístico	Simulación de tejidos humanos	Estudio del daño y comportamiento terminal
Estadística probabilística	Evaluación matemática de coincidencias	Incrementa rigor científico en conclusiones

Nota. Elaboración propia

Balística interna, externa y de efectos

Balística interna

Estudia:

- La propagación de gases
- La curva presión-tiempo
- El coeficiente de fricción
- El paso por el estriado
- El torque impartido

Incluye análisis de sobrepresiones, fallas de munición, doble encamisado, obstrucciones del cañón y armas modificadas.

Balística externa

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.

Analiza:

- Estabilidad giroscópica
- Efecto Magnus y deriva giroscópica
- Pérdida de velocidad en función de la densidad atmosférica
- Impacto de vientos transversales y ascendentes
- Cálculo de trayectorias con balística computarizada

Balística de efectos o terminal

Dentro de la misma se incluye:

Tabla 2
Componentes de la balística de efectos o terminal

Componente	Descripción Técnica	Variables Relevantes	Implicaciones Forenses / Operativas
Interacción con tejidos biológicos	Estudio del comportamiento del proyectil al entrar, atravesar o detenerse en tejidos vivos. Analiza deformación, penetración y trayectoria interna.	Densidad del tejido, velocidad del proyectil, ángulo de impacto, masa y forma de la bala.	Determinación de trayectorias, estimación de distancia de disparo y caracterización de heridas.
Elasticidad y resistencias diferenciales de los tejidos	Analiza cómo distintos tejidos (piel, músculo, hueso, órganos) responden de manera desigual al impacto balístico debido a su composición y propiedades mecánicas.	Módulo elástico del tejido, dureza, resistencia a la tracción, perfil balístico del proyectil.	Explica desviaciones de trayectoria, fracturas óseas, deformación del proyectil y efectos internos.

Cavitación permanente y temporal	La cavidad permanente se forma por destrucción física del tejido; la cavidad temporal resulta de la onda expansiva causada por la transferencia de energía.	Velocidad del proyectil, energía cinética, capacidad de deformación, tipo de tejido impactado.	Evaluación del daño real, estimación de potencial letal y correlación con armas y municiones específicas.
Fragmentación secundaria	Generación de fragmentos del proyectil, del hueso o de otros materiales que actúan como proyectiles adicionales dentro del cuerpo o del entorno.	Tipo de munición (expansiva, fragmentaria), velocidad, resistencia del medio impactado.	Mayor severidad de lesiones, patrones de daño múltiple, recuperación de evidencias microtrazas.
Transferencia de energía (W/cm²)	Cuantificación de la energía depositada por el proyectil en los tejidos por unidad de área, determinante en la magnitud del daño.	Energía cinética, tiempo de desaceleración, área frontal del proyectil, propiedades del tejido.	Evaluación del poder lesivo, diferenciación entre proyectiles penetrantes y no penetrantes.
Patrones de perforación en superficies duras (vidrio, metal, madera)	Análisis de la morfología de los puntos de impacto en materiales sólidos, relacionados con la dirección, velocidad y deformación del proyectil.	Dureza del material, ángulo de impacto, tipo de proyectil, distancia del disparo.	Reconstrucción de trayectorias, identificación de posiciones de tirador, determinación del sentido de perforación.

Nota. Elaboración propia

Características de proyectiles y vainas

El análisis morfológico y microscópico permite identificar:

Proyectiles:

- Estrías primarias y secundarias.

- Deformaciones inducidas por rebotes o barreas intermedias.
- Separación del encamisado, fragmentación de núcleo.
- Marcas térmicas por fricción del ánima.
- Trazas de tejidos, fibras o partículas adheridas.

Vainas:

- Morfología del golpe del percutor (circular, elíptico, rectangular).
- Microestrías del extractor.
- Expansión del casquillo según presión interna.
- Estado del fulminante y su fractura.
- Restos de pólvora no quemada.

Factores que influyen en el comportamiento del proyectil

Incluyen:

1. Variables del arma

- Tolerancias mecánicas
- Grado de desgaste
- Longitud del cañón
- Coeficiente de rotación impartido

2. Variables del proyectil

- Masa y distribución interna

- Forma aerodinámica
- Encamisado y núcleo
- Deformación plástica

3. Variables del entorno

- Humedad relativa
- Presión atmosférica
- Turbulencias locales
- Presencia de obstáculos intermedios

4. Variables del blanco

- Resistencia
- Elasticidad
- Densidad material
- Número de capas

La suma de estas variables explica desaceleración, desviación, fragmentación y penetración.

Escena del crimen en espacios abiertos

Las escenas abiertas presentan complejidades excepcionales debido a su carácter dinámico y no controlado. La delimitación debe cubrir:

- Áreas primarias (sitio del hecho directo)
- Secundarias (lugares de tránsito o huida)

- Terciarias (depósitos de evidencias dispersas)

Se emplean drones, georreferenciación, fotografía aérea y escaneo 3D para abarcar superficies amplias.

Particularidades de escenas abiertas

Incluyen:

- Ausencia de barreras físicas
- Exposición a variables ambientales impredecibles
- Dispersión de indicios por gravedad o viento
- Multiplicidad de vías de acceso
- Contaminación por fauna, vehículos o transeúntes
- Limitada posibilidad de preservar el entorno

En estos casos la investigación debe priorizar indicios fácilmente degradables como manchas biológicas y residuos de disparo.

Factores ambientales y conservación de indicios

El impacto de los factores ambientales puede alterar:

- Morfología de proyectiles expuestos
- Estado de residuos de disparo (GSR)
- Integridad de huellas latentes
- Distribución de fluidos
- Características térmicas de cadáveres

Se aplican estrategias como carpas móviles, iluminación controlada, recolección prioritaria y embalaje especializado para humedad o temperatura.

Limitaciones técnicas en escenarios no controlados

En escenarios operativos donde no es posible garantizar condiciones estables o predecibles, surgen diversas limitaciones técnicas que afectan la calidad, precisión y continuidad de las intervenciones. Entre las limitaciones más relevantes se encuentran:

- Imposibilidad de asegurar un amplio perímetro del terreno, lo que dificulta el control del entorno y la protección de la zona de trabajo.
- Pérdida temprana de trazabilidad, ya sea de elementos, evidencias u objetos de interés, debido a factores ambientales o a la intervención de terceros.
- Variabilidad atmosférica que altera las mediciones, afectando la exactitud de sensores, dispositivos de captura o procesos de observación.
- Inaccesibilidad física del terreno, que complica el desplazamiento del personal y el traslado del equipamiento necesario.
- Dificultad para fijar escenas en condiciones nocturnas o de baja visibilidad, reduciendo la capacidad de documentación y registro.
- Retrasos en la intervención por riesgos ambientales, como deslizamientos, presencia de fauna peligrosa, inestabilidad estructural o fenómenos climáticos.

Tabla 3
Limitaciones técnicas en escenarios no controlados

Limitación	Descripción	Impacto Principal
Imposibilidad de asegurar el perímetro	No se puede controlar el entorno inmediato de la escena.	Contaminación, interferencias externas.

Pérdida temprana de trazabilidad	Elementos relevantes pueden desplazarse o alterarse.	Reducción de confiabilidad en los datos.
Variabilidad atmosférica	Cambios climáticos afectan mediciones y sensores.	Resultados imprecisos o inconsistentes.
Inaccesibilidad del terreno	Dificultad de acceso a zonas críticas.	Limitación en la cobertura operativa.
Baja visibilidad (noche, niebla, humo)	Condiciones que dificultan fijación y registro.	Disminución en la calidad de la documentación.
Riesgos ambientales	Factores naturales que impiden una intervención rápida.	Retrasos, interrupciones o necesidad de refuerzos.

Nota. Elaboración propia

Medicina legal y análisis lesional

La medicina legal constituye la disciplina encargada de aplicar conocimientos médicos para esclarecer hechos de relevancia jurídica. Dentro de su campo, el análisis lesional examina las consecuencias físicas de agentes nocivos (trauma mecánico, agentes cortantes, agentes por proyectil) y sus implicaciones en la determinación de la causa, el mecanismo y la circunstancia de la muerte o lesión (Barbería et al., 2021). En investigaciones con proyectiles de arma de fuego, la Medicina Legal integra la autopsia judicial, la balística de efectos, y la coordinación con criminalística y peritajes digitales para reconstruir la dinámica del suceso (Grijalba et al., 2024).

Rol de la autopsia judicial en el análisis lesional

La autopsia judicial es la principal diligencia médico-forense destinada a revelar la causa y circunstancias de la muerte (Chávez et al., 2023). Sus objetivos abarcan: confirmar la realidad de la muerte, identificar al fallecido, estimar la data de la muerte, distinguir entre muerte natural o violenta, establecer la etiología (accidentales, suicidas, homicidas) y aportar pruebas de interés penal y civil. Se estructura en tres fases principales: levantamiento del

cadáver, examen externo y examen interno (obducción), cada una con protocolos, registro fotográfico y toma de muestras para estudios complementarios (imagen, toxicología, histopatología, biología molecular, etc.) (Chavarría, 2024).

Fenómenos cadavéricos tempranos y tardíos

Los fenómenos cadavéricos abarcan las transformaciones morpho-fisiológicas que experimenta el cuerpo desde la muerte, siendo herramientas fundamentales para el cronotanato-diagnóstico (estimación del intervalo post-mortem). Su interpretación requiere considerar factores ambientales, individuales y de la causa de muerte (Reyes y Mayo, 2023).

Fenómenos tempranos (inmediatos o precoces)

a. Enfriamiento cadavérico (algor mortis)

- Descripción: descenso progresivo de la temperatura corporal hasta igualarse con la ambiental.
- Patrón: comienza en partes expuestas (orejas, manos, pies) y progresa centrípeta hacia tronco y órganos internos.
- Cronología aproximada: signos táctiles evidentes a 2 h; superficie fría alrededor de 12 h; calor interno residual detectable hasta 24 h.
- Variables influyentes: temperatura y humedad ambiental, aireación, ropa, estado nutricional, edad, hemorragias, intoxicaciones o golpe de calor.
- Aplicación práctica: apoyo a la estimación inicial de la data, con márgenes amplios de incertidumbre.

b. Deshidratación cadavérica

- Descripción: pérdida de agua por evaporación, visible en mucosas, labios y especialmente en el globo ocular (hundimiento, pérdida de transparencia corneal).
- Signos: hundimiento ocular (signo de Ripault), pérdida corneal (signo de Stenon Louis), posibilidad de “mancha negra” (Sommer-Larcher) alrededor del ojo.

- Cronología: cambios visibles desde 45 min si ojos abiertos, hasta 12 h con ojos cerrados.

c. Livideces cadavéricas (livor mortis / hipostasis)

- Descripción: acumulación gravítica de sangre en zonas declives, manifestada como placas rojizas-negruzcas.
- Cronología: comienza a evidenciarse desde 45 min, confluyente a 2 h; parcialmente móvil hasta 10 a 12 h; fijación completa alrededor de 18–24 h (tras lo cual dejan de modificarse).
- Valor investigativo: informan sobre posición del cuerpo en vida y post-mortem, indican movilización post-mortem si existen livideces secundarias.

d. Rigidez cadavérica (rigor mortis)

- Descripción: contracción muscular post-mortem que lleva a un estado de dureza progresiva.
- Cronología: inicia 2–3 h tras la muerte, puede completarse alrededor de 10–12 h, máximo alrededor de 24 h y remite progresivamente entre 36–48 h (dependiendo de condiciones).
- Patrón: suele empezar en músculos mandibulares y faciales, luego cuello, extremidades superiores, tronco y piernas (orden variable).
- Aplicación: contribuye a la estimación relativa del tiempo transcurrido y puede ayudar a identificar manipulación post-mortem.

e. Espasmo cadavérico

- Descripción: rigidez instantánea o localizada sin fase previa de flacidez; poco frecuente.
- Etiología asociada: muertes súbitas en estado de intensa emoción, convulsiones, electrocución o impactos balísticos con contracción muscular inmediata.

Fenómenos tardíos

Los fenómenos tardíos (más de 24 h) se subdividen en destructores y conservadores.

Fenómenos destructores

a. Autólisis

- Descripción: autodestrucción tisular por enzimas celulares (lisoenzimas), más evidente en órganos con alta concentración enzimática (páncreas, tejido nervioso).
- Significado: inicia procesos de degradación propios del organismo, precediendo a la putrefacción.

b. Putrefacción cadavérica

Descripción: proceso bacteriano (flora intestinal principalmente) que provoca cambios cromáticos, gasificación, rotura de epidermis y, finalmente, reducción esquelética.

Fases tipificadas

- Fase cromática: mancha verdosa abdominal (fosa ilíaca derecha), vascularización oscura de la piel; inicio alrededor de 24 h — depende fuertemente de temperatura.
- Fase enfisematosa: hinchamiento por gases bacterianos; protrusión de lengua, ojos, distensión abdominal y secreciones.
- Fase colicuativa: pérdida de gases, formación de ampollas epidérmicas y despegamiento cutáneo (dermólisis), olor intenso; puede durar meses.
- Reducción esquelética: formación de putrilago y pérdida de tejidos hasta esqueleto (aprox. 2 años, con variaciones según entorno).

Fenómenos conservadores

a. Momificación

- Causa: desecación por condiciones secas y ventiladas.
- Resultado: preservación de aspecto externo (piel, facciones, tatuajes), pérdida de volumen y peso; proceso que puede durar 12 meses.

b. Saponificación (adipocira)

- Causa: ambientes húmedos, poco ventilados; transformación de grasa en una sustancia cerosa (adipocira).
- Resultado: protección parcial de tejidos, formación de “coraza” grisácea que puede tardar varios meses.

c. Corificación

Asociada a conservación en cajones metálicos (zinc), que inhiben acción bacteriana y favorecen la preservación.

d. Maceración

Ocurre en fetos retenidos intrauterinamente; ablandamiento y cambios por inmersión en líquido amniótico tras muerte fetal.

Lesiones por proyectil de arma de fuego

Concepto y agentes lesivos

Las lesiones por arma de fuego derivan de la interacción del proyectil con tejidos y de los elementos acompañantes del disparo: gases de deflagración, llama, granos de pólvora no quemados y hollín. La comprensión de estos elementos es fundamental para valorar distancia, ángulo, trayectoria y energía transferida (Torres et al., 2022).

Partes del arma y su influencia en la lesión

- Culata: influencia indirecta en la dinámica del disparo (apoyo, estabilidad).
- Mecanismos: percutor, gatillo, extractor; las marcas que dejan en casquillos son vitales para identificación.
- Cañón (liso vs estriado vs poligonal): estrías imprimen marcas en proyectiles que permiten cotejos; longitud y ánima inciden en velocidad y estabilidad rotacional de la bala.

Componentes del disparo con efecto en el blanco

- Gases de explosión: producen efecto destructivo a contacto (boca de jarro), pueden causar estallidos faciales.
- Llama: alcance limitado; produce quemaduras en piel y ropa en disparos muy cortos.
- Granos de pólvora no quemados: incrustaciones cutáneas que forman el “tatuaje” indicativo de corta distancia.
- Negro de humo (residuos): depósito que puede eliminarse por lavado; su presencia indica proximidad.

Clasificación de heridas por proyectil

- Orificio de entrada: generalmente redondeado/oval, con cintilla de contusión y posible tatuaje; diámetro menor que el calibre por distensión cutánea. La forma del tatuaje (circular, semicircular) puede indicar ángulo de incidencia.
- Orificio de salida: variable, frecuentemente más irregular, bordes revertidos, sin tatuaje ni cintilla de contusión; puede exhibir abrasiones óseas si atraviesa estructuras duras.
- Heridas penetrantes vs perforantes: penetrante (arma queda en tejidos), perforante (atraviesa y sale).

Determinación de distancia de disparo

Se distinguen categorías clínicas y forenses basadas en la presencia/ausencia de elementos del tatuaje y la violencia de los efectos:

1. Boca de jarro (contacto): contacto directo; gases generan desgarros, estallidos faciales y eminentes signos de quemado interno.
2. A quemarropa: dentro del alcance de la llama; quemaduras visibles, gran depósito de hollín (hasta 30 cm).
3. Corta distancia: presencia de granos de pólvora incrustados; tatuaje (70 cm hasta 1m).
4. Larga distancia: ausencia de tatuaje; el orificio de entrada aparece limpio; umbral variable (usualmente > 1m).

En cartuchos de proyectil múltiple (buckshot), la dispersión de perdigones se utiliza para estimar distancia con tiros de prueba y comparación en campo; sin embargo, estos métodos tienen amplia variabilidad y errores potenciales (Fernández, 2025).

Correlación proyectil-lesión

La recuperación del proyectil o fragmentos permite realizar cotejos balísticos con el ánima del cañón (estrías y marcas) y analizar la deformación para inferir energía transferida, direccionalidad y comportamiento terminal (penetración, fragmentación, cavitación).

Evaluación médico-legal de heridas en diferentes regiones corporales

Una evaluación sistemática por regiones permite determinar la trascendencia lesional, pronóstico y relación causal con la muerte.

Cabeza y región craneofacial

- Alta probabilidad de lesiones fatales por proximidad a encéfalo y grandes vasos.

- Las heridas a corta distancia pueden producir estallamiento craneofacial por gases.
- La presencia de fracturas, trayectos intracraneales y fragmentos de proyectil son determinantes para la causa de muerte.

Cuello

- Trayectorias pueden comprometer estructuras vitales (carótidas, tráquea, médula).
- Lesiones que atraviesan el cuello suelen asociarse a muerte rápida si lesionan grandes vasos o vía aérea.

Tórax

- Intervención frecuente en letalidad por compromiso cardiopulmonar.
- Trayectos que lesionan corazón, grandes vasos o pulmón suelen ser letales en poco tiempo.

Abdomen

- Lesiones que afectan vísceras macizas (hígado, bazo) provocan hemorragia masiva y choque hipovolémico.
- Patrón de daños ayuda a inferir dirección y energía del proyectil.

Extremidades

- Habitualmente menos letales, pero la presencia de lesión arterial o fractura compuesta tiene importancia médico-legal.
- Presencia de lesiones defensivas (cortes, contusiones) puede indicar lucha previa.

Consideraciones generales

- Registro pormenorizado: localización, dimensiones, morfología, relación con ropa y objetos.
- Correlación con signos de vitalidad (hemorragia, reacción inflamatoria) para distinguir heridas pre y post-mortem.

Indicios balísticos y su valor investigativo

Los indicios balísticos constituyen piezas de prueba determinantes para identificar armas, reconstruir secuencias y asociar autores.

Tipos de indicios

- Vainas percutidas: conservan marcas del percutor, extractor y expulsor; útiles para asociar arma–vaina y ordenar secuencia de disparos.
- Balas y fragmentos: muestran estrías del ánima, deformación y material que facilitan cotejos.
- Residuos de disparo (GSR): partículas metálicas en manos, ropa o superficie; ayudan a estimar proximidad y posible autor.
- Perforaciones en entorno y trazas en ropa: dirección, ángulo y secuencia.

Valor investigativo

Permiten estimar número y orden de disparos, presencia de múltiples armas, posición de tirador/víctima, y confirmar o refutar versiones testimoniales.

Vainas percutidas

Naturaleza de las marcas

Cada arma deja en la vaina signos específicos: marcas del percutor (impacto), marcas del extractor y del expulsor, así como señales por desgaste o manufactura. Estas huellas son

comparables con el banco de pruebas del arma para establecer asociación individual (Méndez, 2021).

Aplicaciones prácticas

- Asociar vainas encontradas en escena con arma incautada mediante comparación microscópica.
- Orden de disparos: ubicación y superposición de casquillos puede indicar secuencia.
- Distribución espacial: patrón de casquillos ayuda a inferir posición del tirador y movimientos durante el evento.

Balas, fragmentos y su correlación con lesiones

Recuperación y manejo

La extracción de proyectiles requiere técnicas cuidadosas (radiología previa, extracción quirúrgica o durante autopsia), catalogado y preservado para cotejo. Debe documentarse ubicación exacta, orientación y estado (deformado, fragmentado) (García et al., 2021).

Cotejo balístico

- Comparación estriológica: concordancia entre estrías del proyectil y los patrones del ánima del arma; método clave para atribuir un proyectil a un arma concreta.
- Análisis de deformación y energía: inferir pérdida de velocidad, trayecto y posible rebote en elementos duros.

Relación entre elementos balísticos y dinámica del evento

La reconstrucción de dinámica exige integrar múltiples datos:

- Hallazgos autópsicos (trayectorias internas, daño de órganos).
- Indicadores externos (orificios en objetos, posición de vainas).

- Evidencia digital (video, fotografías) y su autenticación.

Mediante la comparación y síntesis, se determinan dirección del disparo, secuencia temporal, posiciones relativas y factores modificadores (movimientos, rebotes, deflexiones). Esto es central para establecer intencionalidad y responsabilidad.

Reconstrucción forense del evento

Metodologías de reconstrucción

1. Levantamiento y registro de la escena: fotogrametría, croquis, mediciones y marcado de indicios.
 - Técnicas de trayectoria:
 - Método del hilo o cuerda: colocación de hilos desde los orificios para definir líneas de tiro.
 - Uso de láser y prismas: para trazar líneas de visión exactas.
 - Fotogrametría y modelado 3D: reconstrucción espacial mediante software especializado.
2. Pruebas experimentales: disparos de prueba con misma arma y munición hacia materiales o dummies (ballistic gelatin) para reproducir efectos y dispersión.
3. Análisis interdisciplinario: integración de peritajes (balística, medicina forense, criminalística, análisis de video) para una interpretación concordante.

Herramientas digitales en la reconstrucción

- Amped FIVE: mejora y restauración de video, detección de manipulación, preservación de original mediante filtros en copia; esencial para extraer fotogramas válidos en la cadena de custodia.
- Avid Media Composer / Adobe / DaVinci: edición avanzada y colaboración entre peritos; útil para sincronizar pruebas audiovisuales y presentar cronologías.

- Herramientas de extracción de metadatos (FFmpeg, utilidades online): para obtener fecha/hora, formato y características del archivo digital.
- Modelado y simulación: software CAD/3D y paquetes de simulación balística para probar hipótesis.

Interpretación conjunta de hallazgos balísticos y médico-forenses

La robustez de una reconstrucción radica en la correlación: que la trayectoria inferida de proyectiles tenga coherencia con las lesiones internas y externas, las posiciones de objetos y la distribución de indicios. La discrepancia entre peritajes requiere reevaluación y, si procede, ampliación de pruebas (nuevas imágenes, análisis complementarios).

Determinación de posiciones, distancias y número de disparos

- Posiciones: derivadas de líneas de tiro, orientación de orificios y prueba de ángulo con prismas o software.
- Distancias: combinando evidencia de tatuaje, dispersión de perdigones y pruebas de disparo control.
- Número de disparos: sumatoria de orificios, casquillos y evidencia digital (audio de detonaciones, video).
- Secuencia de disparos: análisis espacial de casquillos, superposición de trayectorias y relación temporal en video, si está disponible.

Metodologías de reconstrucción

Objetivo

Establecer integridad y autenticidad de evidencias audiovisuales, verificando que no hayan sido manipuladas y determinando su relevancia temporal y contextual.

Procedimientos clave

- Verificación de la fuente y custodia digital: identificar origen, propietario del video y cadena de entrega.
- Extracción de metadatos: análisis de times-tamp, modelo/cámara, resolución, codecs y geo-información cuando exista; usar herramientas como FFmpeg o utilidades online especializadas.
- Generación y verificación de hash: producir huellas criptográficas (SHA -256, MD5) para garantizar integridad en cada punto de custodia digital.
- Análisis de la integridad del archivo: detectar alteraciones en estructura de contenedores (mp4, avi) o signos de recodificación.
- Detección de manipulaciones audiovisuales: análisis de cortes, interpolaciones, inserciones, remoción de frames o ediciones de audio; uso de filtros forenses y algoritmos (detección de bordes, análisis de ruido, inconsistencias en iluminación).
- Sincronización audio –video: comprobar congruencia de labios -voz y ondas sonoras para validar autenticidad.
- Análisis de luz y sombra: detección de discrepancias en direcciones de luz, duración de sombras, que pueden delatar montajes.
- Comparación con base de datos de referencia: contraste con material genuino (misma cámara/condiciones) para identificar alteraciones.

Herramientas mencionadas

Amped FIVE (especializado), FFmpeg, VLC, Adobe, DaVinci, REAPER (audio), Video Cleaner, ProDiscover, Oxford Video Forensics.

Cadena de custodia y normativas aplicables

Principios generales

La cadena de custodia es el registro documental que acredita la integridad, procedencia y continuidad de cada indicio desde su hallazgo hasta su presentación en sede judicial. Su cumplimiento evita cuestionamientos por contaminación, manipulación o pérdida de material probatorio.

Procedimiento recomendado paso a paso

- Registro en escena: identificación del indicio (número único), descripción, ubicación precisa (croquis y foto), hora y quién lo halló.
- Embalaje y etiquetado: uso de material adecuado (bolsas, cajas) con cierre inviolable; etiquetas con código único, fecha, hora, nombre del responsable y breve descripción.
- Documentación fotográfica y videográfica del indicio en su contexto.
- Acta de entrega y recepción: cada traslado debe dejar constancia con firma y hora del responsable receptor.
- Almacenamiento seguro: instalaciones con control de acceso; registro de condiciones ambientales (temperatura para muestras biológicas).
- Generación de hash para archivos digitales: al momento de ingresar videos/fotos digitales generar hash y documentarlo en cadena.
- Registro de análisis y submuestras: si se toman submuestras (tejidos, fluidos), registrar procedencia, cantidad y documentación adjunta.
- Informe final de custodia: compendio de movimientos y accesos al indicio hasta su inclusión en expediente judicial.

Protocolos internacionales y nacionales

Se recomienda seguir normas y guías reconocidas en criminalística y forense (manuales de laboratorios forenses, protocolos de la ONU o guías nacionales) que definen requisitos de embalaje, conservación, transporte y criterios para admisibilidad judicial.

Trazabilidad de indicios balísticos y biológicos

- Balísticos: registrar cadena entre hallazgo, embalaje, laboratorio balístico, pruebas de tiro, comparación y guardado de cotejos.
- Biológicos: cadena crítica: recolección estéril, conservación a temperatura adecuada, envío al laboratorio de biología/ADN y control de acceso en cada fase.
- Digital: conservación de originales en soportes seguros, trabajo siempre sobre copias forenses, cálculo y registro de hash.

Pruebas complementarias y laboratorio forense

Imagenología

Radiología (RX, TAC): localización de proyectiles y fragmentos, valoración de trayectos óseos. Ideal antes de manipular el cadáver para evitar pérdida de evidencia.

Toxicología

- Muestras: sangre, orina, humor vítreo, hígado.
- Objetivo: identificar intoxicantes, drogas o fármacos que puedan explicar la conducta o agravar la causa de muerte.

Histopatología

Estudios microscópicos en tejido para evaluar lesiones, procesos infecciosos,

Biología forense

ADN para identificación, presencia de restos biológicos en ropa o armas, análisis de diatomeas en sumersión.

Entomología forense

Estudio de insectos presentes en cadáveres avanzados para estimación del intervalo post-mortem cuando los métodos clásicos no son concluyentes.

Informe pericial y estructura recomendada

Todo peritaje debe culminar en un informe detallado, claro y reproducible que incluya:

- Datos circunstanciales: antecedentes, hora-lugar de hallazgo, identificación provisional.
- Examen externo: datos descriptivos, fenómenos cadavéricos, lesiones, ropa, objetos.
- Examen interno: técnica empleada, hallazgos por cavidad, extracción de proyectiles, muestreo.
- Complementarios: imágenes, toxicología, histología, biología, entomología.
- Análisis e interpretación: correlación entre hallazgos médico-forenses y balísticos; evaluación de coherencia con hipótesis.
- Conclusiones: identificación del cadáver, causa inmediata y fundamental de la muerte, data aproximada, valoración de etiología (accidente, suicidio, homicidio) y observaciones de interés legal.
- Anexos: fotografías, croquis, resultados de laboratorio, cadenas de custodia.

Capítulo III: Análisis Balístico Forense del Caso

Contextualización del caso

El presente caso, se ha propuesto realizar el análisis sobre los procedimientos que se desarrollan en el transcurso de inspección ocular técnica, reconocimiento del lugar de los hechos, además con la recolección, etiquetamiento y cadena de custodia de indicios y evidencias que se encuentran en la escena del delito, es de suma importancia obtener elementos de convicción necesarios para continuar con el plan de investigación de delitos de connotación, como son las muertes violenta, como el presente caso que ponemos a consideración.

Existe la disposición del Servicio Integrado de Seguridad ECU 911, de la ciudad de Quito, en la que se sitúa el traslado del personal del Servicio de Policía Comunitaria en primera instancia, y a la par el traslado del personal de la Dirección Nacional de Investigación Técnico Científico Policial, con el objeto de verificar la presencia de una persona de sexo masculino, la misma que se encuentra sin signos vitales, y que ha sido víctima de impactos de arma de fuego.

En el lugar se realiza la aplicación de técnicas de protección de la escena del delito y de los procedimientos criminalísticos, para registrar y procesar de acuerdo a las características propias del lugar, en forma general y delimitada, de un espacio físico. Dichos métodos se complementan entre sí de acuerdo con la extensión, la naturaleza y las circunstancias del hecho que se investiga, métodos de protección del lugar de los hechos, observación y búsqueda de indicios, fijación del lugar de los hechos, recolección y embalaje de indicios, envío de evidencias al centro de acopio y/o bodegas de la Policía Judicial, procesamiento del cadáver en la morgue. La metodología de investigación técnica científica establece 5 pasos fundamentales los cuales son ordenados y de estricto cumplimiento, parte de la protección y observación del lugar de los hechos, requiere de una adecuada fijación tanto de la escena como de los elementos constitutivos los cuales deben recolectarse de manera adecuada y por último se embalan se etiquetan y se envía a los centros de acopio temporales o definitivos.

La inspección ocular técnica y/o reconocimiento del lugar de los hechos o de la llamada escena del delito comprende el estudio minucioso y detallado del sitio en que se hayan encontrado indicios o evidencias del mismo (objetos), aun cuando el ilícito no se hubiere perpetrado allí y sus adyacencias, donde invariablemente quedarán restos, manchas, huellas, detalles macro o microscópicos, algunos aparentemente sin importancia, incluso imperceptibles a priori, pero que darán señales de un paso, una presencia, una acción, incluso hasta de un gesto. Esto se debe a la transferencia que se produce entre el lugar del hecho, su zona circundante y la persona o indumentaria de la/s víctimas y/o autor/es del ilícito; es decir produciéndose un intercambio de indicios entre el lugar de los hechos, víctima/s y victimario/s.

Datos Generales:

Autoridad Solicitante: Fiscal de turno

Procedimiento: Flagrancia

Requirente: ECU – 911

Tabla 4

Reconocimiento del lugar de los hechos

FECHA	12-02-2022	HORA NOTIFICACION	17h40
ZONA	8	HORA LLEGADA	18H20
SUBZONA	DMQ	HORA FINALIZACIÓN	21H00
DISTRITO	ELOY ALFARO	COORDENADAS	Latitud: - 0.251792 Longitud: - 78.545465
CIRCUITO	Chilibulo	SUBCIRCUITO	Chilibulo 1
DIRECCIÓN	Alto Mirador y Carapungo, terreno baldío propiedad señor	NOMENCLATURA DOMICILIO	NA

	Agustín Corral		
LUGAR PROTEGIDO	Si	RESPONSABLE	Agente. José Rivas Agente: Natalia Orellana Cinta de seguridad
TRASFERENCIA DE LA ESCENA	SI	TIPO DE PROTECCION	seguridad
ACCION TOMADA IOT	Se dispone el retiro de la escena a personal uniformado.	TIPO DE ESCENA	Abierta
AFLUENCIA	Escasa	AFLUENCIA VEHICULAR	Escasa
CLIMA	Despejado	ILUMINACION/VISIBILIDAD	Luz día
VERIFICACIONES	Otros	ALUMBRADO PÚBLICO	Si
SEÑALIZACIÓN	Si	BORDILLOS	Si
OTROS	No existe sistemas de cámaras de seguridad (ECU 911)		

Nota. Elaboración propia

Tipo de escena

El lugar de la escena del delito corresponde a una ubicación abierta en el sector sur occidental de la ciudad de Quito, la misma que se encuentra ubicado en el barrio Chilibulo, correspondiente al Distrito Eloy Alfaro, correspondiente a un terreno baldío de propiedad del señor Agustín Corral, ubicadas en las calles Alto Mirador y Carapungo.

Las fases iniciales que realiza el personal uniformado al llegar al lugar de los hechos configuran necesariamente en su proceder:

- **Aislando la escena del crimen, procediendo a impedir el acceso al lugar, para proteger**

la escena del crimen y preservarla evitando cualquier tipo de contaminación, en el presente caso se ha delimitado la zona ya que es un lugar abierto de fácil acceso, mediante cintas de acotación, hasta la llegada del personal técnico.

- Se realiza una fase indagatoria preliminar, recopilando la información que se pueda obtener de algún testigo presencial o de alguien que pueda tener conocimiento del hecho.
- Realizamos una observación para valora y planificar la zona de estudio, pudiendo para este caso establecer un sistema perimetral, realizando un examen semicircular, ya que la zona del procedimiento es amplia y no delimitada.
- Para ello se realizará una delimitación de pasillos para proceder a acceder, pudiendo ser modificado de acuerdo a las necesidades.
- El método de rastreo en el terreno baldío podríamos realizar en forma semi-espiral o con la utilización de pasillos sucesivos o pasillos paralelos.
- Realizaremos la búsqueda y rastreo de indicios, sean estos biológicos, químicos y objetos, minimizando el riesgo de degradación, los mismos que se señalarán y fotografiarán antes de su recogida o manipulación.
- Se finalizará y abandonará la escena una vez que el responsable de la IO, determine que se ha finalizado, y realizará una última reunión con el resto del equipo, revisando el trabajo efectuado. Se recogerán todos los elementos desechables y finalmente se recogerá el testimonio fotográfico de como se ha dejado la escena del delito, especial el detalle de los precintos en este caso en el terreno donde se encontró al cadáver.

Figura 1
 Terreno Baldío (Escena del crimen)

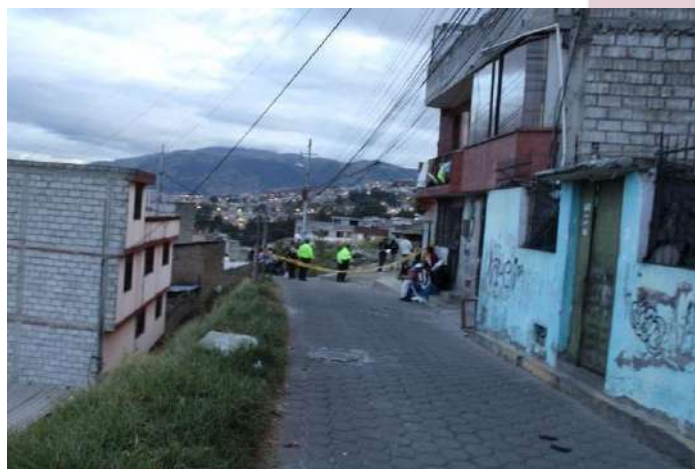


Nota. Imagen obtenida del informe pericial del caso

Condiciones ambientales y visibilidad

Las condiciones ambientales y de visibilidad observadas durante el procedimiento de inspección ocular se determina que, de acuerdo a la hora de llegada, siendo las 18h20, existía clima despejado, con luz natural, disponiendo de iluminación y visibilidad a más del alumbrado público existente en el terreno.

Figura 2
 Condiciones de la escena



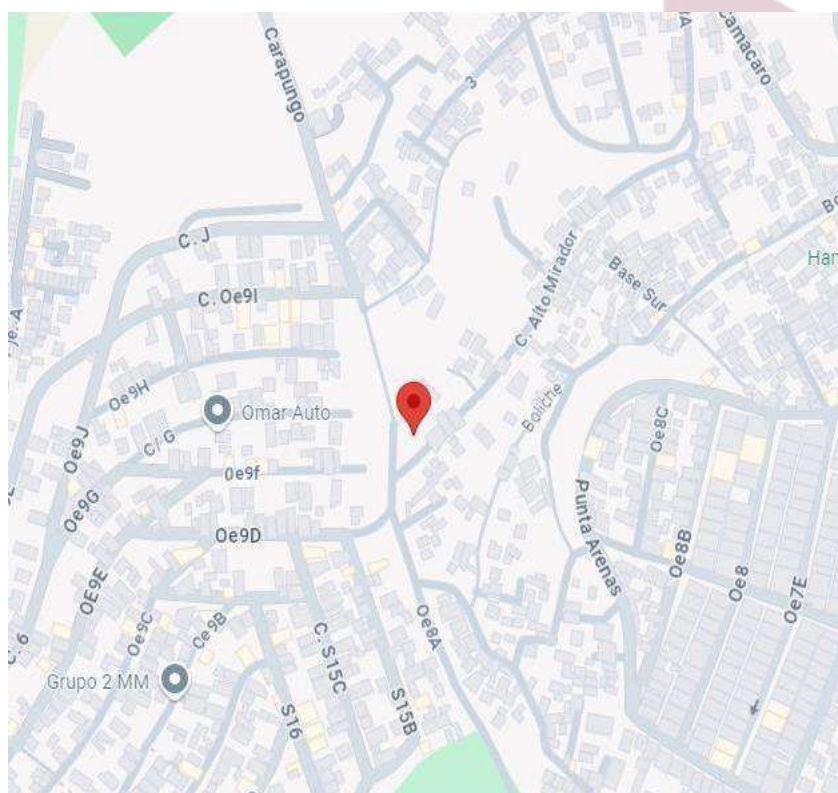
Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de terceros queda prohibida y será responsabilidad de los interesados. Se informa a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Descripción técnica del lugar

El subcircuito Chilibulo corresponde a una parroquia urbana del Distrito Metropolitano de Quito, dentro de la Zona Administrativa Eloy Alfaro, con coordenadas, latitud -0.239 S, longitud -78.54 O, altitud promedio a nivel del mar con 2897 metros aproximadamente, con una superficie de 8 km cuadrados.

Figura 3

Imagen del plano de la situación



Nota. Imagen obtenida de Google Maps

Distribución espacial del entorno

El subcircuito Chilibulo, tiene como límites parroquiales a los siguientes:

Tabla 5
Límites parroquiales de Chilibulo

Norte	Parroquia San Juan
Noreste	Parroquia La Libertad
Este	Parroquia La Magdalena
Sureste	Parroquia San Bartolo
Sureste/Oeste	Parroquia La Mena
Noroeste	Zona Rural de Lloa

Nota. Elaboración propia, basada en (Municipio de Quito, 2019)

Limitaciones del entorno

En lo correspondiente a infraestructura urbana, existen vías de acceso relativamente básicas y en otros lugares presenta ausencia de desarrollo urbanístico como adoquinado, bordillos, aceras, por lo que se le ha denominado barrio de interés social.

Uso del suelo mixto: residencial, con asentamientos urbanos consolidados de densidad media–alta; también hay sectores con pendientes, laderas y zonas periurbanas relativamente abruptas cerca de las faldas del Complejo Volcánico Pichincha.

Parte de la urbanización proviene de asentamientos informales o semiformales, lo que ha generado carencias históricas en infraestructura básica (vías pavimentadas, aceras, drenaje). Suelos con material volcánico friable, pendientes pronunciadas en algunas zonas y riesgo de deslizamientos o movimiento en masa, especialmente con lluvias y sismos.

Servicios de infraestructura (drenaje, escorrentía, transporte, equipamiento) aún en desarrollo en ciertos barrios. Necesidad de programas de regularización, mejoramiento urbano y gestión de riesgos en sectores vulnerables.

Figura 4
Calles de Chilibulo



Nota. Imagen obtenida de (EPMMOP, 2024)

Análisis de posición y actitud final del cuerpo

En la parte correspondiente al examen e identificación del cadáver, se ha determinado que la ubicación de encuentra sobre la superficie del terreno de propiedad del señor Agustín Corral, el mismo que se encuentra en posición decúbito supino con las siguientes especificidades:

Tabla 6
Análisis del cuerpo

ORIENTACIÓN	CABEZA	ORIENTE	A 9,20 metros de la pared Sur y 8,08 metros de la proyección de la pared occidente de la Picantería Dolores		
	PIES	OCCIDENTE	A 8,46 metros de la pared sur y 9,47 metros de la proyección de la pared occidente de la Picantería Dolores		
DESCRIPCIÓN	CABEZA	normal			
	EXTREMIDADES SUPERIORES	BRAZO DERECHO	Extensión y abducción	BRAZO IZQUIERDO	Extensión y abducción
		MANO DERECHA	Cerrada en pronación	MANO IZQUIERDA	Cerrada en supinación
	EXTREMIDADES INFERIORES	DERECHA	Extensiones separadas	IZQUIERDA	Extensiones separadas
	PIE DERECHO	Rotación hacia afuera	PIE IZQUIERDO	Rotación hacia afuera	

Nota. Elaboración propia

Figura 5
Cuerpo de la víctima



Hallazgos en prendas de vestir

En la fotografía de semi-conjunto, se puede observar las prendas de vestir que portaba el occiso, además en las siguientes fotos de detalle se observan los siguientes hallazgos:

Tabla 7
Análisis y descripción de las prendas de vestir

PRENDAS	TIPO	COLOR	MARCA	DESCRIPCIÓN
Camiseta	Deportiva	Negro	No aplica	Presenta desgarros de fibras textiles
Pantalóneta	Deportiva	Negro	No aplica	Presenta desgarros de fibras textiles
Interior	Bóxer	Multicolor	No aplica	Presenta desgarros de fibras textiles y máculas color marrón
Zapatos	Deportivos	Rojo y blanco	No aplica	No aplica
Calcetines		Plomo	No aplica	No aplica

Nota. Elaboración propia

Tabla 8

Descripción de las prendas



FOTOGRAFÍA N° 53 De detalle, de Una (01) camiseta polo color negro presenta desgarró de fibras textiles, Una (01) pantaloneta color negro presenta desgarró de fibras textiles y Un (01) bóxer multicolor presenta desgarró de fibras textiles y máculas de color marrón; prendas de vestir del cadáver (+) NN, con C.C. 000000000, signado como indicio N° 11.



FOTOGRAFÍA N° 54. De detalle, de Una (01) camiseta polo color negro presenta desgarró de fibras textiles en el tercio anterior superior y tercio anterior medio, signado como indicio N° 11.



FOTOGRAFÍA N° 55. De detalle, de Una (01) camiseta polo color negro presenta desgarró de fibras textiles en el tercio posterior superior, medio y bajo, signado como indicio N° 11.



FOTOGRAFÍA N° 56. De detalle, de Una (01) pantaloneta color negro, signado como indicio N° 11. (anterior).



FOTOGRAFÍA N° 57. De detalle, de Una (01) pantaloneta color negro presenta desgarró de fibras textiles en el tercio superior de la parte posterior, signado como indicio N° 11. (posterior).



FOTOGRAFÍA N° 58. De detalle, de Un (01) bóxer multicolor presenta manchas de color marrón en el tercio superior de la parte anterior, signado como indicio N° 11. (anterior).



FOTOGRAFÍA N° 59. De detalle, de Un (01) bóxer multicolor presenta manchas de color marrón en el tercio superior de la parte anterior, signado como indicio N° 11. (anterior).

Nota. Elaboración propia

Balística forense.

Podemos describir a la balística forense en forma general como la ciencia que estudia el movimiento de los proyectiles con la ayuda de la física, química, incluyendo al estudio de la trayectoria, el alcance y los efectos de las balas o los proyectiles, así como las marcas que dejan en ellos las armas de fuego con las que son disparadas. Autor Sergio A Fernández Moreno EIG 2025.

Por lo tanto, la balística estudia todos los aspectos relacionados con el tipo de arma utilizada en un hecho, la carga de pólvora del cartucho que se disparó, sus características, sus componentes, las formas, pesos y características de los proyectiles, que se dispararon, el alcance y los efectos que estos causaron y las marcas que en ellos dejaron el contacto con el arma de fuego o el objetivo.

Durante la inspección ocular del presente caso podremos encontrar proyectiles y casquillos con los cuales se debe proceder adecuadamente al procesamiento de la recolección, estableciendo maniobras adecuadas sobre armas en caso de encontrar en la escena del crimen, o caso contrario consolidar mediante fotografías utilizando los testigos métricos, así como la búsqueda de huellas y/o restos biológicos, etc.

Reconocimiento de objetos, indicios y/o evidencias

En el presente estudio de caso suscitado en un barrio popular de la ciudad de Quito, en la que existe una víctima mortal producto de heridas por impacto de proyectiles de arma de fuego, procederemos a describir los indicios balísticos encontrados en la escena del crimen por parte del personal del servicio de inspección ocular técnico.

Tabla 9

Detalle de los indicios



FOTOGRAFÍA N° 32. De semi conjunto, de la ubicación de los indicios 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.



FOTOGRAFÍA N° 33. De detalle, una (01) vaina percutida cal. 9mm con un grabado en la base de su culote que se lee: PMC 9MM LUGER, CODIGO SIIPNE: 714626, localizado sobre la superficie del piso de tierra de un terreno baldío fijado a 8.27 metros de la pared sur y a 8.87 metros de la proyección de la pared occidente de un inmueble de estructura de hormigón, con fachada de bloque visto de una planta. signado como indicio N° 1.



FOTOGRAFÍA N° 34. De detalle de la base del culote del indicio signado como N° 1.



FOTOGRAFÍA N° 35. De detalle, una (01) vaina percutida cal. 9mm con un grabado en la base de su culote que se lee: PMC 9MM LUGER, CODIGO SIIPNE: 714627, localizado sobre la superficie del piso de tierra de un terreno baldío fijado a 8.12 metros de la pared sur y a 8.50 metros de la proyección de la pared occidente de un inmueble de estructura de hormigón, con fachada de bloque visto de una planta. signado como indicio N° 2.



FOTOGRAFÍA N° 36. De detalle de la base del culote del indicio signado como N° 2.



FOTOGRAFÍA N° 37. De detalle, una (01) vaina percutida cal. 9mm con un grabado en la base de su culote que se lee: PMC 9MM LUGER, CODIGO SIIPNE: 714628, localizado sobre la superficie del piso de tierra de un terreno baldío fijado a 7.90 metros de la pared sur y a 9.40 metros de la proyección de la pared occidente de un inmueble de estructura de hormigón, con fachada de bloque visto de una planta. signado como indicio N° 3.



FOTOGRAFÍA N° 38. De detalle de la base del culote del indicio signado como N° 3.



FOTOGRAFÍA N° 39. De detalle, una (01) vaina percutida cal. 9mm con un grabado en la base de su culote que se lee: PMC 9MM LUGER, CODIGO SIIPNE: 714629, localizado sobre la superficie del piso de tierra de un terreno baldío fijado a 8.45 metros de la pared sur y a 7.43 metros de la proyección de la pared occidente de un inmueble de estructura de hormigón, con fachada de bloque visto de una planta. signado como indicio N° 4.



FOTOGRAFÍA N° 40. De detalle de la base del culote del indicio signado como N° 4.



FOTOGRAFÍA N° 41. De detalle, una (01) vaina percutida cal. 9mm con un grabado en la base de su culote que se lee: PMC 9MM LUGER, CODIGO SIIPNE: 714630, localizado sobre la superficie del piso de tierra de un terreno baldío fijado a 7.64 metros de la pared sur y a 7.98 metros de la proyección de la pared occidente de un inmueble de estructura de hormigón, con fachada de bloque visto de una planta. signado como indicio N° 5.



FOTOGRAFÍA N° 42. De detalle de la base del culote del indicio signado como N° 5.



FOTOGRAFÍA N° 43. De detalle, una (01) vaina percutida cal. 9mm con un grabado en la base de su culote que se lee: PMC 9MM LUGER, CODIGO SIIPNE: 714631, localizado sobre la superficie del piso de tierra de un terreno baldío fijado a 7.39 metros de la pared sur y a 8.20 metros de la proyección de la pared occidente de un inmueble de estructura de hormigón, con fachada de bloque visto de una planta. signado como indicio N° 6.



FOTOGRAFÍA N° 44. De detalle de la base del culote del indicio signado como N° 6.



FOTOGRAFÍA N° 45. De detalle, una (01) vaina percutida cal. 9mm con un grabado en la base de su culote que se lee: PMC 9MM LUGER, CODIGO SIIPNE: 714632, localizado sobre la superficie del piso de tierra de un terreno baldío fijado a 7.45 metros de la pared sur y a 10.45 metros de la proyección de la pared occidente de un inmueble de estructura de hormigón, con fachada de bloque visto de una planta. signado como indicio N° 7.



FOTOGRAFÍA N° 46. De detalle de la base del culote del indicio signado como N° 7.



FOTOGRAFÍA N° 47. De detalle, una (01) vaina percutida cal. 9mm con un grabado en la base de su culote que se lee: PMC 9MM LUGER, CODIGO SIIPNE: 714633, localizado sobre la superficie del piso de tierra de un terreno baldío fijado a 7.43 metros de la pared sur y a 11.20 metros de la proyección de la pared occidente de un inmueble de estructura de hormigón, con fachada de bloque visto de una planta. signado como indicio N° 8.



FOTOGRAFÍA N° 48. De detalle de la base del culote del indicio signado como N° 8.



FOTOGRAFÍA N° 49. De detalle, Una (01) vaina percutida cal. 9mm con un grabado en la base de su culote que se lee: PMC 9MM LUGER, Una bala con encamisado de latón y núcleo de plomo, CODIGO SIIPNE: 714634, localizado sobre la superficie del piso de tierra de un terreno baldío fijado a 9.60 metros de la pared sur y a 7.10 metros de la proyección de la pared occidente de un inmueble de estructura de hormigón, con fachada de bloque visto de una planta, signado como indicio N° 9.



FOTOGRAFÍA N° 50. De detalle de la bala con encamisado de latón y núcleo de plomo, signado como indicio N° 9.



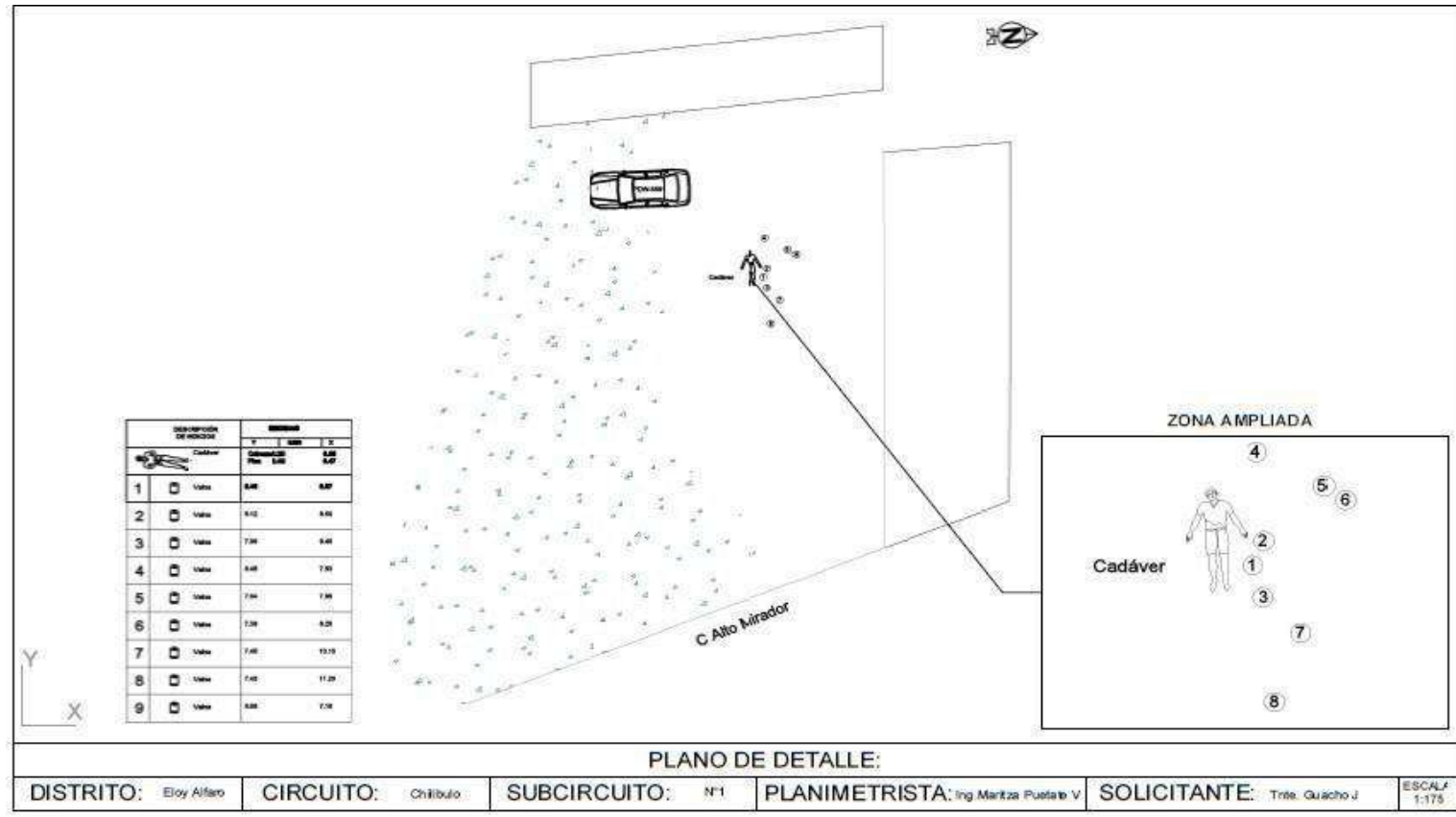
FOTOGRAFÍA N° 51. De detalle, Una (01) vaina percutida cal. 9mm con un grabado en la base de su culote que se lee: PMC 9MM LUGER, signado como indicio N° 9.



FOTOGRAFÍA N° 52. De detalle, de Una (01) bala deformada y Una (01) bala con encamisado de latón y núcleo de plomo, CODIGO SIIPNE: 714635, localizado entre las prendas que portaba el cadáver (+) NN, con C.C. 00000000, signado como indicio N° 10.

Nota. Elaboración propia

Figura 6
Plano de detalle





Balística de efectos

En forma general podemos decir que es la parte de la balística la misma que se ocupa de los resultados que se producen en un objeto, pero en este caso en el cuerpo del occiso, tras ser impactado por los proyectiles.

Así mismo podríamos afirmar que la balística de efectos refiere al estudio de las consecuencias que produce el proyectil tras ser disparado por el arma de fuego, y necesariamente se relaciona con la balística de heridas, que estudiará los efectos de los proyectiles en el ser vivo.

Con relación a las evidencias e indicios balísticos encontrados en la escena del delito (8), la mayoría de los relatos corresponden a vainillas de latón de cobre y zinc, de forma cilíndrica, de pestaña, y que corresponden a cartuchos calibre 9mm, PMC marca LUGER.

Se debe destacar que sobre las evidencias encontradas, se encuentran proyectiles, los mismos que disponen de una conformación con encamisado de latón y una que se encuentra deformada, este tipo de impactos por lo general se ven afectados con lo que se conoce como desvíos de trayectoria, que se producirán cuando este impacta en una superficie no establecida en la maniobra al apuntar, teniendo descenso en la energía cinética de este en su trayectoria, como en su deformación y estabilidad, pudiendo hacer que el disparo presente una menor energía de impacto. (referencia fotografía No 52, indicio No 10).

Respecto al efecto biológico del proyectil, va a depender, no solo de la trayectoria sino también de la cavidad temporal, y esto va a depender de la cesión de energías.

$$V = k * EC$$

Por lo tanto y en términos de velocidad, en el presente caso de estudio podría haberse efectuado como mínimo con una velocidad de 36 m/seg, que es factible que atraviesen la piel humana de la víctima, sin embargo, en la actualidad las armas alcanzan estas condiciones, y al

sospechar del uso de un arma corta automática o semiautomática de calibre 9 mm, estas podrían sobrepasar velocidades de 200 a 400 m /seg.

Para ello se debe distinguir el efecto del impacto y de la velocidad de este en función de los tejidos y las cavidades, dependiendo si es en un tejido de mayor elasticidad como hígado, pulmones, bazo, etc., y menor si se producen en una cavidad cerrada como el cerebro.

Para la reconstrucción de los hechos en el caso de estudio perpetrado por arma de fuego, necesariamente se requerirá la acción conjunta del médico forense y del criminalista para a posteriori determinar y vincular la información obtenida para analizar las trayectorias internas, el tipo de herida, la existencia de pólvora, manchas, rastros etc.

Distancia de disparo

Por lo general la distancia del disparo de acuerdo a lo manifestado en el documento EIG Campus Balística, Dr. Sergio Fernández (2025), puede resolverse con mayor o menor precisión, en función de las características que presentan los orificios de entrada.

Respecto a las fotografías tomadas por el personal de inspección ocular técnica que acudió al lugar, se puede observar la presencia en la parte frontal del cuerpo la presencia de orificios de entrada de forma circular y ovalada con quemadura de la llama, orientando a disparos a quemarropa a menos de 30 cm. En la parte posterior del cuerpo se observan disparos sin la presencia de tatuaje correspondiendo a orificios circulares y ovals haciendo presumir que los impactos pudieron haber sido realizados a larga distancia, definiendo claramente que son aquellos realizados a más de 1 metro a la máxima distancia del disparo. Por lo que los disparos tienen la dirección de haber sido efectuados por uno o varios tiradores en la parte frontal y posterior de su humanidad.

Figura 7
Heridas de la víctima



Nota. Imágenes obtenidas del informe pericial

Conclusiones balísticas del caso

- i. La protección y el aseguramiento de la escena se realizaron conforme a los protocolos criminalísticos, preservándose adecuadamente el terreno baldío mediante acordonamiento y control de acceso por parte del personal policial, garantizando así la integridad de los indicios balísticos y biológicos.
- ii. La inspección ocular técnica permitió una documentación completa del entorno, determinándose que la escena es un espacio abierto con visibilidad adecuada, iluminación natural y ausencia de obstrucciones, lo que favoreció la localización, señalización y fijación fotográfica de indicios relevantes.
- iii. El hallazgo de ocho (08) vainas percutidas calibre 9 mm marca PMC –Luger y varios proyectiles, uno de ellos deformado, evidencia el uso de un arma corta semiautomática calibre 9 mm. La dispersión y orientación de las vainas sugieren un punto de disparo estable y relativamente fijo.
- iv. Los proyectiles recuperados, especialmente el deformado, evidencian pérdida de energía y alteración de trayectoria, probablemente por impacto previo en superficies duras o irregulares del terreno, lo cual es consistente con el entorno físico del sector.

- v. El análisis de las prendas de vestir del occiso muestra desgarros textiles y máculas hemáticas, corroborando el paso de proyectiles a través de las prendas y permitiendo asociar estas alteraciones con los orificios corporales descritos por la inspección técnica.
- vi. La posición final del cuerpo en decúbito supino, sin signos de arrastre, sugiere que el colapso ocurrió de manera inmediata en el lugar, lo cual es compatible con impactos balísticos de alta energía dirigidos hacia áreas vitales.
- vii. La ausencia de tatuaje de pólvora, ahumamiento, quemadura y desgarros estrellados alrededor de los orificios de entrada indica que los disparos fueron realizados a larga distancia, es decir, probablemente a más de 1 metro y sin contacto directo entre el arma y el cuerpo.
- viii. El análisis balístico preliminar, junto con la evidencia física y fotográfica, permite inferir que el agresor se encontraba frente a la víctima o en un ángulo próximo al frontal, dado que las trayectorias externas y la distribución de las vainas guardan coherencia con un punto de disparo orientado hacia el cuerpo en esa posición.
- ix. La dinámica del hecho sugiere el uso de un arma semiautomática de calibre 9 mm capaz de alcanzar velocidades superiores a los 200–400 m/s, parámetros que explican el daño tisular esperado y la perforación de prendas y tejidos observada.
- x. Toda la evidencia balística, posicional y ambiental recopilada constituye un insumo fundamental para la reconstrucción de los hechos, la cual deberá complementarse con el informe de medicina legal especialmente las trayectorias internas para determinar la orientación exacta del agresor, la secuencia de disparos y el mecanismo final de muerte.

Capítulo IV: Medicina Legal y Análisis Lesional

Estado cadavérico observable

El cuerpo corresponde a un sujeto de sexo masculino, de raza mestiza, con una estatura aproximada de 1.70 metros. El cadáver fue encontrado en decúbito dorsal (tendido sobre la espalda) con las extremidades en postura que denota la rigidez inicial o también denominada espasmo cadavérico. La cabeza se orientaba al Oriente y los pies al Occidente.

La descripción morfológica revela:

- **Posición y actitud:** El cuerpo yace en un plano horizontal, con los miembros superiores en extensión y abducción, presentando ambas manos cerradas, lo cual es relevante para descartar la participación defensiva o de lucha.
- **Características particulares:** Se destacan tatuajes artísticos específicos en el cuello, el brazo derecho y la región anterior del tórax ("Myrian Te Amo"), elementos de suma importancia para la identificación positiva post-mortem.

Fenómenos cadavéricos observados

La inspección post-mortem primaria reveló la presencia de fenómenos cadavéricos tempranos, esenciales para el cronotanto diagnóstico preliminar:

Tabla 10
Fenómenos Cadavéricos

Fenómeno	Observación de Campo	Implicación Forense
Enfriamiento Cadavérico (Algor Mortis)	Constatado en la inspección.	Indicador inespecífico de cese de actividad metabólica.

**Livideces
Cadavéricas
(Livor Mortis)**

Coloración violácea en zonas declives, no modificables a la presión digital.

El carácter de no modificable o fijo indica que la hemólisis se ha completado en los capilares cutáneos, lo que sitúa el Intervalo Post-Mortem (IPM) en un rango que, clásicamente, excede las 12 horas desde el fallecimiento, confirmando la fase de fijación.

Nota. Elaboración propia

La rigidez cadavérica (*Rigor Mortis*) no fue descrita en detalle en cuanto a su grado, pero la posición del cuerpo sugiere que pudo haber estado instalada, dada la fijación de las livideces. No se registraron signos de fenómenos cadavéricos tardíos (putrefacción), lo que acota temporalmente el suceso a un periodo no prolongado antes del hallazgo.

Semiología forense del patrón lesional

El cadáver presenta un cuadro de politraumatismo por proyectil de arma de fuego (PPAF), caracterizado por múltiples perforaciones que atraviesan planos superficiales y profundos del tronco y cabeza. La distribución de las lesiones es generalizada, sugiriendo un ataque de alta energía y repetición.

Análisis detallado de lesiones

Las heridas por proyectil son la etiología única del trauma. La tabla siguiente sintetiza la distribución anatómica de los impactos:

Tabla 11

Distribución anatomía de los impactos en región cefálica y cervical

Región Anatómica	Localización Lesional Específica	Importancia Vital
------------------	----------------------------------	-------------------

Cefálica y Cervical	Labio superior/inferior derecho. Región anterior del cuello.	Proximidad a vías aéreas, columna cervical y vasos carotídeos/yugulares. Alto potencial letal por compromiso circulatorio y troncal.
----------------------------	--	--

Nota. Elaboración propia

Figura 8
De filiación del cadáver



Tabla 12
Distribución anatomía de los impactos en tórax anterior y posterior

Región Anatómica	Localización Lesional Específica	Importancia Vital
Tórax Anterior y Posterior	Múltiples en costado derecho e izquierdo (anterior-media, lateral, inferior). Post. (costado izquierdo, tercios medio e inferior).	Asiento de los órganos cardiorrespiratorios. Lesiones de alta probabilidad letal por taponamiento, neumotórax o hemotórax.

Nota. Elaboración propia

Figura 9

Heridas producidas por el paso de proyectil de arma de fuego, localizada en la región anterior torácica del cadáver.



Figura 10

Heridas producida por el paso de proyectil de arma de fuego, localizada en la región posterior torácica del cadáver



Tabla 13

Distribución anatomía de los impactos en abdomen, pelvis y región lumbar

Región Anatómica	Localización Lesional Específica	Importancia Vital

**Abdomen,
Pelvis y
Lumbar**

Abdomen tercio superior.
Región pélvica. Región lumbar
tercio superior. Glúteo derecho
tercio superior.

Riesgo de hemorragia masiva por lesión
de grandes vasos abdominales (aorta,
cava) e ilíacos. Compromiso visceral
(intestinos, hígado, bazo).

Nota. Elaboración propia

Figura 11

Herida producida por el paso de proyectil de arma de fuego, localizada en la región abdominal tercio superior del cadáver


Heridas por proyectil de arma de fuego (PAF) por segmento
A. Heridas en rostro y cuello

La herida en el labio superior e inferior del costado derecho representa una lesión facial que, dependiendo de su trayecto, pudo comprometer estructuras óseas (maxilar o mandibular) o penetrar la cavidad craneal o bucal. La lesión en la región anterior del cuello es particularmente crítica; un trayecto interno puede causar hemorragia exsanguinante por sección de las arterias carótidas o venas yugulares, o asfixia traumática por daño laríngeo/traqueal.

Figura 12

Detalle, de una (01) herida producida por el paso de proyectil de arma de fuego, localizada en el labio superior e inferior costado derecho del cadáver.



Figura 13

Detalle, de una (01) herida producida por el paso de proyectil de arma de fuego, localizada en la región anterior del cuello del cadáver.



B. Heridas en región torácica

La multiplicidad y bilateralidad de las lesiones torácicas (anteriores y posteriores) es el hallazgo más contundente de este caso.

- **Región anterior torácica:** Se registraron al menos seis (06) impactos. La afectación en la línea anterior y lateral implica trayectos potencialmente directos hacia el mediastino y los campos pulmonares.

Figura 14

Detalle heridas producidas por el paso de proyectil de arma de fuego, localizada en la región anterior media torácica del cadáver.



- **Región posterior torácica:** La presencia de impactos posteriores (al menos seis) en el tercio medio e inferior izquierdo es fundamental. Esto indica que la víctima pudo haber sido impactada mientras daba la espalda al agresor o bien, que un proyectil entró por el tórax anterior y salió por el posterior (herida transfixiante), o viceversa. La Necropsia es vital para diferenciar entre orificios de entrada y salida, y para el estudio de los trayectos intracorporales (dirección, sentido y profundidad).

Figura 15

Detalle de varias heridas producida por el paso de proyectil de arma de fuego, localizada en la región posterior torácica del cadáver



C. Heridas en abdomen y pelvis

Las lesiones en el abdomen tercio superior y región pélvica son indicadores de severa afectación del paquete visceral. Las perforaciones en el abdomen superior son típicamente letales debido al potencial daño de la cápsula de Glisson (hígado), el bazo o los grandes vasos mesentéricos, lo que deriva en una hemorragia interna masiva.

Figura 16

Detalle de herida producida por el paso de proyectil de arma de fuego, localizada en la pelvis del cadáver



D. Heridas en espalda y región lumbar

La herida en la región lumbar tercio superior y la del glúteo derecho tercio superior sugieren trayectos bajos o angulados. Una lesión lumbar puede comprometer los riñones o la médula espinal a ese nivel, mientras que la lesión glútea, aunque a menudo de menor riesgo vital directo, confirma la proyección de disparos en el plano dorsal inferior.

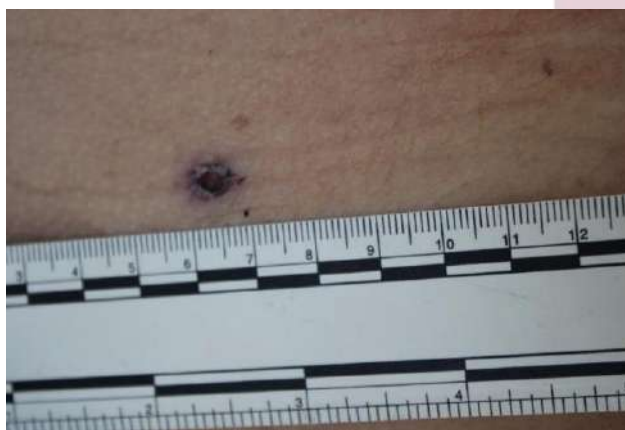
Figura 17

Detalle, de herida producida por el paso de proyectil de arma de fuego, localizada en el tercio superior de la región lumbar del cadáver.



Figura 18

Detalle de herida producida por el paso de proyectil de arma de fuego, localizada en el tercio superior del glúteo derecho del cadáver.



Relación entre heridas y proyectiles

Indicios balísticos recolectados

La evidencia balística recuperada en el sitio de los hechos y en asociación con la víctima establece un vínculo indubitable con las lesiones:

- **Vainas percutidas:** Se levantaron un total de ocho (08) vainas percutidas de calibre 9mm LUGER, todas ellas con la inscripción de fabricante PMC. La uniformidad del calibre y marca sugiere la utilización de una o, posiblemente, varias armas de fuego del mismo tipo (ej. pistola semiautomática) en el evento.
- **Proyectiles:** Se recuperaron un total de tres (03) proyectiles, dos de ellos encontrados entre las prendas del cadáver, y uno en el terreno. Uno de los proyectiles estaba deformado, indicio de haber impactado una estructura dura (hueso o material intermedio) antes de ser retenido, lo que afecta su morfología y peso.

Figura 19

Detalle de la ubicación de los indicios 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.



Figura 20

Detalle De detalle de la base del culote del indicio 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.



Figura 21

Detalle de la bala con encamisado de latón y núcleo de plomo



Figura 22

Detalle de Una (01) bala deformada y Una (01) bala con encamisado de latón y núcleo de plomo, CODIGO SIIPNE: 714635, localizado entre las prendas que portaba el cadáver



Correlación balística-lesional

El número de vainas percutidas (ocho) excede las tres balas recuperadas y el número exacto de orificios de entrada visibles, lo cual es interpretado como:

1. **Sobre disparo:** El agresor continuó disparando más allá del impacto inicial o fatal.
2. **Transfixión:** Varios proyectiles atravesaron completamente el cuerpo, generando orificio de entrada y de salida, y no fueron retenidos.
3. **Proyectiles retenidos:** Es altamente probable que existan proyectiles retenidos en cavidades torácicas, abdominales o musculares, no visibles en la inspección *externa* del I.O.T., cuya ubicación solo puede ser confirmada por Radiología Forense y Necropsia.

Coincidencias entre lesiones y prendas de vestir

Las prendas de vestir del cadáver (Indicios: Camiseta, Pantalóneta y Bóxer) constituyen el primer plano de defensa del cuerpo, y su análisis es crucial para la dinámica de los hechos.

- **Camiseta polo negra:** Presenta múltiples desgarros de fibras en los tercios anterior, superior, medio y posterior. La disposición de estas perforaciones es congruente con la concentración de impactos de proyectil en la región torácica y la espalda. La presencia de ahumamiento o tatuaje microscópico en los bordes de la perforación de la tela es una investigación complementaria necesaria para determinar la distancia del disparo.

Figura 23

Detalle de Una (01) camiseta polo color negro presenta desgarramiento de fibras textiles en el tercio anterior superior y tercio anterior medio.



Figura 24

Detalle de Una (01) camiseta polo color negro presenta desgarramiento de fibras textiles en el tercio posterior superior, medio y bajo.



- **Bóxer multicolor:** Los desgarramientos y las máculas de color marrón (posible sangre) en la zona anterior superior se correlacionan directamente con las lesiones en el abdomen superior y la pelvis, confirmando que los disparos se produjeron con la víctima vestida.

Figura 25

Detalle de Una (01) pantaloneta color negro presenta desgarró de fibras textiles en el tercio superior de la parte posterior.



Figura 26

Detalle de Un (01) bóxer multicolor presenta maculas de color marrón en el tercio superior de la parte anterior.



La concordancia topográfica entre la destrucción textil y la solución de continuidad cutánea valida el mecanismo de lesión por PAF.

Figura 27

Detalle de Una (01) camiseta polo color negro presenta desgarró de fibras textiles, Una (01) pantaloneta color negro presenta desgarró de fibras textiles y Un (01) bóxer multicolor presenta desgarró de fibras textiles y máculas de color marrón.



Conclusiones Médico-Legales preliminares

1. **Diagnóstico de muerte violenta:** La causa de la muerte es, sin lugar a duda, un Politraumatismo por Proyectil de Arma de Fuego (PPAF).
2. **Manera de la muerte:** Con base en el patrón de múltiples heridas distribuidas en planos anterior y posterior y la etiología única por arma de fuego, la manera de la muerte es clasificada preliminarmente como homicida.
3. **Patrón balístico:** El agresor utilizó una fuente de fuego calibre 9mm LUGER, realizando un mínimo de ocho detonaciones. El patrón de impacto sugiere una dinámica de ataque compleja, posiblemente con el agresor disparando mientras la víctima estaba de pie y/o se giraba, o bien, la participación de múltiples tiradores o el uso de un arma de alta cadencia de fuego.
4. **IPM consolidado:** La fijación de las livideces cadavéricas permite establecer un Intervalo Post-Mortem superior a las 12 horas al momento de la inspección, aunque la

hora final deberá ser ajustada con base en los hallazgos de la temperatura rectal y la documentación de la hora del hallazgo.

5. **Necesidad de necropsia:** Este análisis es de carácter exclusivamente externo. Se recomienda con urgencia la práctica de la Necropsia Médico-Legal para:
- Determinar la presencia de cuerpos extraños (proyectiles retenidos).
 - Establecer los trayectos balísticos internos y la lesión de órganos vitales (lesión cardíaca, pulmonar o grandes vasos).
 - Diferenciar con certeza los orificios de entrada y salida, incluyendo la búsqueda de signos de tatuaje o ahumamiento en la piel circundante para la determinación de la distancia del disparo.

Capítulo V: Análisis Forense Audio–Video

Disponibilidad de registros audiovisuales

En el presente estudio de caso, resulta fundamental precisar la naturaleza y el alcance del material audiovisual proporcionado para el presente análisis; Qué a diferencia de otras investigaciones que cuentan con vídeos y audios completos del proceso pericial, este únicamente cuenta con un Informe Técnico Pericial de Inspección Ocular Técnica.

Este documento técnico contiene el registro fotográfico detallado y ordenado del lugar de los hechos, el cual se llevó a cabo el día 21 de marzo de 2019, entre las 18:20 horas y las 21:00 horas.

Dicho material fotográfico se constituye como único recurso visual disponible para el presente análisis, dado que, por protección del procedimiento no se nos proporcionó ningún tipo de grabación visual ni audio propio de la inspección ocular.

Como ya se mencionó en líneas anteriores para el desarrollo de este capítulo no se cuenta con material de audio y video sin embargo esta situación no constituye un limitante que invalide el análisis, ya que nos permitirá definir la eficacia y la metodología del mismo.

Cuando un registro fotográfico es realizado con responsabilidad técnica y metodología criminalista apropiada, se constituye como un medio permitido y ampliamente aceptado en el ámbito de la investigación forense para documentar escenas que fueron testigos de un crimen.

Justificación de validez del registro fotográfico

La documentación fotográfica del lugar de los hechos forma parte esencial en la investigación. Según el análisis de lectura pudimos determinar que los protocolos de manejo de escenas del crimen en la fotografía forense cumplen funciones esenciales como:

- **Preservación de la escena del crimen:** La fotografía permite que el perito pueda conservar el estado original de la escena es decir cómo fue encontrada, si existieron manipulaciones, si el hecho fue cometido en lugar indicado o el cadáver fue colocado

allí intencionalmente, inclusive se puede tomar fotografías para dejar evidencia de como quedo el lugar de los hechos después de que los indicios hayan sido levantados y la escena haya sido liberada por los organismos intervienees.

- **Archivo permanente** : A diferencia de la memoria propia de la persona o de un documento escrito bien detallado, las fotografías permiten dejar un registro imparcial y permanente, impidiendo así las alteraciones.
- **Apoyo a la reconstrucción**: Cuando se cuenta como material fotográfico propio de la escena, el perito puede realizar análisis posteriores, en caso de inicio de procesos o reaperturas de los mismos, pues con dichas fotografías el podrá realizar reconstrucciones y verificaciones que serían imposibles hacerlas una vez que el lugar de los hechos sea alterado
- **Validación del procedimiento** : Las imágenes obtenidas de la escena permitirán demostrar protocolos en procedimientos criminalísticos se realizaron conforme a las directrices establecidos.

Para el presente caso, este registro fotográfico fue realizado por personal técnico especializado y acreditado en el área de criminalística, siguiendo la metodología establecida en los protocolos de investigación técnico/científica.

Características técnicas

Metodología de captura fotográfica aplicada

Gracias al análisis del Informe Técnico Pericial se permitirá identificar que el registro fotográfico fue realizado siguiendo una metodología ordenada y progresiva, conforme con los estándares de la fotografía forense. Dicha metodología se estructurará en diferentes tipos, cada uno presentando sus objetivos específicos:

A) Fotografías en conjunto

Este tipo de fotografías tienen como objeto demostrar la escena completa en su contexto original. Dichas fotografías permiten comprender la ubicación geográfica del lugar, las características del entorno y la relación espacial entre los diferentes elementos de la escena.

B) Fotografías en semi/conjunto

Las fotografías de este tipo tienden a reducir su campo visual principalmente para enfocarse única y exclusivamente en áreas específicas de la escena, manteniendo así lo suficiente y dejando un contexto más sencillo para así comprender la ubicación relativa de los elementos hallados en este caso:

Fotografía 4:



Muestra la ubicación, posición y orientación del cadáver dentro del terreno baldío.

Fotografía 8:



Documenta varias heridas en la región anterior torácica

Fotografía 18:



Registra múltiples heridas en la región posterior torácica

Fotografía 31:

Presenta las prendas de vestir que portaba el occiso

Fotografía 32:

Documenta la ubicación de los indicios balísticos numerados del 1 al 8

C) Fotografías en detalle

Por otra parte, estas imágenes constituyen un registro mucho más preciso y detallado, ya que permiten captar cada elemento por separado con una resolución elevada. El informe incorpora varias tomas específicas que dejan constancia de:

Fotografía 6

Heridas por proyectil de arma de fuego

Fotografía 24

Marcas particulares y tatuajes del occiso

Fotografía 48



Vainas percutidas calibre 9mm con sus respectivos grabados

Fotografía 52



Proyectiles recuperados

Fotografías 54



Detalles de las prendas con daños

Calidad técnica de las imágenes

Este tipo de técnica permite que el material fotográfico pueda obtener los siguientes parámetros de calidad:

Iluminación y condiciones de captura

A partir del informe analizado dichas fotografías fueron tomadas en condiciones de Día con un clima parcialmente Despejado, lo cual garantiza que su iluminación natural sea adecuada para el perito. Dejando en claro que esta condición es bastante óptima para la fotografía forense, puesto que:

- Permitirá capturar los colores de manera fiel y sin distorsión
- Evitará las sombras excesivas que podrían ocultar varios detalles importantes

- Facilitará la correcta exposición de todas las imágenes tomadas aquel día.
- Proporcionará la suficiente luz para capturar detalles finos imperceptibles en luces de ambiente opacas.

Nitidez y resolución

Las fotografías que presentan nitidez suficiente para identificar deberán tener los siguientes aspectos:

- Las características anatómicas del cadáver, si es delgado, alto, de tez blanca, etc.
- Detalles de las heridas sus bordes, dimensiones, forma y ubicación.
- Grabados en la base de las vainas percutidas en este caso la marca de la bala PMC 9MM LUGER
- Texto de tatuajes por ejemplo el del pecho del occiso: "Myrian Te Amo"
- Los desgarros y los daños en las prendas de vestir que llevaba puesto.

criminalística.

Herramientas y programas para el estudio de elementos audiovisuales en la investigación criminalística

Importancia de las herramientas tecnológicas en el análisis forense

En la investigación en ámbito de la criminalística, los análisis de materiales audiovisual requieren del uso de herramientas tecnológicas especializadas que permitan examinar, procesar e inclusive evaluar la evidencia visual con un gran rigor científico. El uso de estas herramientas permite descubrir aspectos que no pueden apreciarse a simple vista, comprobar la veracidad del material, realizar mediciones precisas y exponer los hallazgos de manera adecuada.

Si bien este caso únicamente se analizan fotografías fijas, es indispensable familiarizarse con los recursos aplicables al examen de cualquier tipo de contenido audiovisual. Ahora en la práctica profesional pueden presentarse situaciones que involucren videos, grabaciones de

vigilancia, imágenes provenientes de distintas fuentes y formatos multimedia, por lo que conocer estas herramientas resulta de gran utilidad.

Software de análisis de imágenes forenses

Tabla 14

Software Profesional Especializado en Análisis Forense

Software	Fabricante	Funciones Principales	Aplicabilidad al Caso
Amped FIVE	Amped Software	Mejora de calidad de imagen/video, estabilización, verificación de autenticidad, mediciones métricas, modelos 3D	No aplicado por ausencia de material videográfico y mencionado solo para fines académicos
Amped Authenticate	Amped Software	Análisis de metadatos EXIF, detección de manipulación digital, evaluación de compresión JPEG, verificación de coherencia lumínica	Utilizado para verificar autenticidad del material fotográfico
Adobe Forensic Toolkit	Adobe Inc.	Error Level Analysis (ELA), análisis de capas, estudio de histogramas y metadatos, herramientas de medición	No fue requerido por motivo de que las fotografías no presentan indicios de manipulación y solo mencionado para fines académicos

Nota. Elaboración propia basada en especificaciones técnicas (AMPED, 2024)

B) Software de código abierto y accesible

Tabla 15

Software de Código Abierto para Análisis de Imágenes

Software	Tipo	Capacidades Forenses	Uso en el Caso
GIMP	Editor de imágenes	Análisis de capas/canales de color, ajustes de niveles y curvas, mediciones, análisis de histogramas	Aplicación de pixelado facial para protección de identidad

ImageJ/Fiji	Análisis científico	Mediciones precisas de distancias/áreas, análisis cuantitativo de píxeles, procesamiento por lotes	No aplicado por existencia de mediciones básicas suficientes en el documento y mencionado solo para fines académicos
ExifTool	Análisis de metadatos	Extracción de metadatos EXIF/IPTC/XMP, identificación de cámara, detección de modificaciones temporales	Verificación de integridad temporal del registro

Nota. Elaboración propia, basada en características técnicas (The GIMP Development Team, 2022)

C) Software de análisis de video forense

Tabla 16
Herramientas de Análisis de Video Forense

Herramienta	Función Principal	Características Técnicas	Relevancia para el Estudio
VLC Media Player	Reproductor multimedia	Reproducción cuadro por cuadro, captura de fotogramas, análisis de códecs	Solo mencionado para fines académicos
FFmpeg	Procesamiento multimedia	Extracción de fotogramas, análisis de metadatos, conversión sin pérdida, verificación de integridad	Solo mencionado para fines académicos

Avidemux	Editor de video	Análisis de propiedades técnicas, extracción sin recodificación, análisis de códecs	Solo mencionado para fines académicos
-----------------	-----------------	---	---------------------------------------

Nota. Elaboración propia, basada en (VideoLan Organization , 2024)

D) Herramientas de medición y fotogrametría

Tabla 17

Software de Fotogrametría y Medición Forense

Software	Especialización	Aplicaciones Criminalísticas	Aplicación al Caso
PhotoModeler	Fotogrametría 3D	Reconstrucción tridimensional de escenas, mediciones precisas desde fotografías, análisis de trayectorias balísticas	Solo mencionado para fines académicos
iWitness	Reconstrucción de escenas	Análisis fotogramétrico, cálculo de velocidades en video, reconstrucción de trayectorias	Solo mencionado para fines académicos
AutoCAD Forensic	Diagramación técnica	Diagramas precisos de escena, integración foto-plano, mediciones escaladas	No utilizado por la existencia de planos incluidos en informe oficial y mencionado solo para fines académicos

Nota. Elaboración propia, basada en (GrantThornton, 2025)

E) Software de gestión y presentación de evidencia

Tabla 18
Herramientas de Verificación de Autenticidad

Herramienta	Tipo	Metodología de Análisis	Uso en el Caso
InVID/WeVerify	Plugin navegador	Búsqueda inversa de imágenes, análisis de metadatos, fragmentación de video, detección de manipulaciones	No aplicado ya que existe material de fuente oficial verificada y fue mencionado solo para fines académicos
FotoForensics	Plataforma en línea	Error Level Analysis (ELA), análisis de compresión JPEG, detección de clonación	Consultado para metodología de verificación y mencionado solo para fines académicos
Ghiro	Plataforma automatizada	Análisis múltiple simultáneo, detección automática de manipulaciones, extracción de metadatos	Mencionado solo para fines académicos

Nota. Elaboración propia según características técnicas

Aplicación al presente caso de estudio

Herramientas utilizadas en el análisis

Para el análisis del material fotográfico del presente caso, se emplearon las siguientes herramientas:

Tabla 19
Herramientas Utilizadas en el Presente Caso

Categoría	Herramienta/Método	Función Específica	Justificación
Visualización	Visualizadores PDF profesionales	Examinar informe técnico pericial con 59 fotografías	Acceso al material oficial proporcionado
Gestión	Software de catalogación de imágenes	Organizar y numerar fotografías según secuencia	Facilitar análisis sistemático

Análisis visual	Herramientas de zoom digital	Examinar detalles en indicios balísticos y lesiones	Identificar características no visibles a simple vista
Medición	Software de medición digital	Verificar proporciones y distancias relativas	Análisis de dispersión de vainas y posición del cuerpo
Verificación	Análisis de consistencia lumínica	Evaluar coherencia de iluminación entre fotografías	Confirmar ausencia de manipulación digital
Protección ética	GIMP	Pixelado facial de la víctima	Respetar dignidad humana y confidencialidad

Nota. Elaboración propia según metodología aplicada

Protocolos de preservación digital

Tabla 20

Protocolos y Tecnologías en Análisis Forense Audiovisual

Herramienta / Tecnología	Tipo	Metodología de análisis	Uso de caso
Hash criptográfico (MD5, SHA-256)	Preservación digital / Integridad	Generación de firmas digitales para verificar que el archivo no ha sido alterado.	Confirmación de integridad de fotografías o videos al iniciar la cadena de custodia.
Almacenamiento redundante	Gestión de evidencia	Copias múltiples en distintos medios (RAID, discos externos, nube segura).	Prevenir pérdida o daño del material original.
Control de acceso digital	Seguridad de evidencia	Registro de usuarios, fechas y acciones realizadas sobre los archivos.	Garantizar trazabilidad en cadena de custodia digital.
Versionado de archivos	Documentación técnica	Registro detallado de cualquier edición, copia o procesamiento aplicado.	Transparencia en procesos periciales y reproducibilidad.
Metadatos EXIF / IPTC / XMP	Preservación de metadatos	Conservación y análisis de parámetros de captura, fecha,	Verificación de autenticidad o detección de alteraciones.

		equipo y modificaciones.	
Formatos TIFF / PNG	Archivo maestro sin pérdida	Conservación sin compresión para análisis técnico o archivo oficial.	Guardar evidencia en formato no degradable.
Formato JPEG	Archivo de trabajo	Uso de compresión con registro del códec y nivel.	Edición, observación o envío de copias no oficiales.
Inteligencia Artificial / Machine Learning	Tendencias emergentes	Redes neuronales para detección de manipulación, reconocimiento facial y mejora visual.	Identificación de ediciones, clasificación de material, restauración de evidencia.
Sistemas de detección de deepfakes	Autenticidad avanzada	Análisis de movimientos faciales, microexpresiones, artefactos y coherencia temporal.	Validar autenticidad de videos en casos de suplantación o alteración digital.
Blockchain	Cadena de custodia	Registros inmutables y verificación criptográfica de accesos y modificaciones.	Certificación temporal y trazabilidad completa de la evidencia.
Criterios de validación científica	Selección de herramientas	Evaluación de literatura académica, algoritmos y reconocimiento internacional.	Elegir software confiable y aceptado legalmente.
Reproducibilidad pericial	Estándar metodológico	Parametrización clara y replicable en distintos equipos o por distintos analistas.	Garantizar que los resultados puedan verificarse independientemente.
Capacitación del personal	Recurso humano	Formación certificada, curva de aprendizaje y soporte técnico.	Operación adecuada de herramientas avanzadas en laboratorios forenses.

Nota. Elaboración propia

Limitaciones tecnológicas actuales

Tabla 21

Desafíos en el análisis forense audiovisual

Herramienta / Concepto	Tipo	Metodología de análisis	Uso de caso
Calidad de la fuente	Limitación técnica	Evaluación del nivel de detalle original, ruido, compresión y nitidez.	Determinar hasta dónde es posible mejorar o extraer información válida.
Técnicas de manipulación modernas	Riesgo de falsificación	Comparación avanzada, análisis de inconsistencias, detección de IA.	Identificar señales de deepfakes o ediciones no evidentes.
Variabilidad de formatos	Desafío operativo	Revisión de códecs, contenedores y flujos de datos.	Abrir, convertir y analizar archivos sin pérdida de integridad.
Requerimientos computacionales	Recurso técnico	Procesamiento acelerado (GPU), renderizado y análisis continuo.	Trabajar con video 4K/8K o material con alto peso digital.

Nota. Elaboración propia

Tabla 22

Autenticidad e integridad del material fotográfico

Herramienta / Indicador	Tipo	Metodología de análisis	Uso de caso
Consistencia de iluminación	Verificación visual	Análisis de dirección, intensidad, sombras y coherencia lumínica.	Determinar si una imagen fue alterada, editada o compuesta.
Continuidad espacial y temporal	Verificación contextual	Comparación entre tomas, identificación de elementos constantes.	Comprobar que las fotografías pertenecen a la misma escena/momento.
Detección de manipulación digital	Autenticidad	Revisión de texturas, bordes, patrones de compresión y perspectiva.	Identificar ediciones, clonaciones o montajes digitales.

Nota. Elaboración propia

Validación técnica de las fotografías

Tabla 23

Cuadro Integrado del Análisis del Material Fotográfico Forense

Herramienta	Tipo	Metodología de Análisis	Uso de Caso
Cámara fotográfica digital forense	Registro fotográfico secuencial (Fotografías N°1–59)	Numeración correlativa Descripción técnica individual Referencia a indicios SIIPNE Verificación de trazabilidad del registro Control de cadena de custodia (firma, acreditación, declaración juramentada, número de informe)	Garantizar integridad, autenticidad y validez legal del material fotográfico pericial
Fotografía de conjunto y semiconjunto	Documentación de la escena del hecho	Análisis del contexto urbano: vía, señalización, iluminación, entorno Identificación de ausencia de videovigilancia (“No existe sistema de cámaras de seguridad”) Clasificación de escena: Abierta	Determinar condiciones ambientales, riesgos de contaminación y dinámica general de la escena
Fotografía de emplazamiento en terreno baldío	Caracterización del lugar específico	Evaluación de superficie sin pavimentar Identificación de accesos abiertos Verificación de ausencia de construcciones	Argumentar limitaciones de preservación y necesidad de documentación exhaustiva inmediata

		Consideración de factores ambientales	
Fotografía antropomórfica técnica	Identificación preliminar del occiso	Cotejo SIIPNE 3W Verificación de datos oficiales: sexo, estatura, nacionalidad, segregación racial Registro fotográfico con pixelación del rostro	Confirmar identidad del occiso evitando exposición indebida y cumpliendo normativa
Fotografía médico-forense de detalle	Documentación de lesiones por arma de fuego	Análisis de trayectorias, orificios y puntos de impacto Relación entre heridas, ángulos y posición del cuerpo Registro anatómico exhaustivo	Determinar número de disparos, posibles posiciones del tirador y dinámica del ataque
Fotografía de tatuajes	Documentación de marcas particulares	Registro de tatuajes artísticos y distintivos Comparación con bases de datos policiales o criminales Análisis morfológico	Apoyar la identificación, explorar vínculos personales o delictivos y generar elementos de perfilación
Fotografía de prendas de vestir	Análisis de daños en vestimenta	Identificación de desgarros compatibles con disparos Correspondencia entre orificios en ropa y lesiones corporales Evaluación de trayectoria proyectil, prenda, cuerpo	Corroborar consistencia del mecanismo lesional y reconstrucción de la dinámica del hecho
Fotografía de indicios balísticos	Registro de vainas percutidas (8 vainas calibre 9mm “PMC 9MM LUGER”)	Fotografía in situ y fotografía de detalle del culote Numeración de indicios (1–8) Análisis de dispersión espacial	Establecer posición del tirador, posibles armas involucradas y coherencia del patrón balístico

Relación entre vainas,
cuerpo y entorno

Nota. Elaboración propia

Limitaciones por ausencia de registros

Tabla 24

Limitaciones, fortalezas y uso del material fotográfico

Categoría	Descripción Analítica	Uso en el caso
Limitaciones por ausencia de registros audiovisuales	La inexistencia de grabaciones de audio y video impide reconstruir dinámicamente el procedimiento pericial y verificar la secuencia exacta del trabajo en campo.	En este caso, la falta de video limita la posibilidad de contrastar la actuación del personal, revisar el orden de actividades y corroborar si existieron omisiones o alteraciones durante el levantamiento.
Limitaciones en la observación de eventos dinámicos	La fotografía estática no captura variaciones del entorno ni cambios temporales relevantes.	En este caso, no puede evaluarse cómo influyeron factores ambientales (como iluminación variable o movimientos de terceros) en la escena ni si hubo alteraciones durante el tiempo de inspección.
Limitaciones en la verificación de cumplimiento de protocolos	No es posible asegurar si los pasos técnicos se ejecutaron en el orden correspondiente ni si hubo contaminación cruzada.	En este caso, la ausencia de una grabación continua impide confirmar el manejo adecuado del cuerpo, indicios balísticos y prendas conforme a los protocolos criminalísticos.
Compensación mediante documentación escrita	El informe técnico, la cadena de custodia y la declaración del perito mitigan parcialmente la falta de video.	En este caso, estos documentos permiten reconstruir la metodología aplicada, justificar decisiones técnicas y respaldar la integridad del material fotográfico.
Fortalezas del material fotográfico disponible	El registro presenta 59 imágenes amplias, claras y relevantes para el análisis.	En este caso, las fotografías permiten identificar adecuadamente el entorno, el cuerpo, lesiones, indicios y daños en prendas, proporcionando

		evidencia visual sólida para el estudio.
Diversidad de perspectivas fotográficas	Las imágenes incluyen planos generales, medios y de detalle, con diferentes ángulos.	En este caso, la multiplicidad de tomas facilita ubicar espacialmente cada elemento, observar características distintivas y realizar comparaciones entre indicios.
Suficiencia del material para análisis académico	El material permite interpretar lesiones, trayectorias, posición del cuerpo y distribución de indicios.	En este caso, las fotografías son suficientes para fines de aprendizaje y simulación forense, permitiendo que el análisis se realice sin necesidad de video real.
Aporte a la reconstrucción hipotética	Las imágenes permiten inferir posibles secuencias del evento y trayectorias de disparo.	En este caso, posibilitan formular hipótesis coherentes sobre la dinámica de los hechos basadas en la evidencia visible.
Aplicación de criterios criminalísticos	El material permite aplicar principios de medicina legal, balística y análisis visual.	En este caso, el registro sirve para evaluar patrones lesionales, características balísticas y coherencia entre indicios, aun sin soporte audiovisual.

Nota. Elaboración propia

Relevancia investigativa

Tabla 25

Relevancia investigativa

Categoría	Descripción Analítica	Uso en el caso
Protección de la dignidad de la víctima	Se aplican medidas de anonimización como el pixelado del rostro para evitar cualquier identificación. Esto garantiza un tratamiento respetuoso y ético del material sensible.	El rostro de la víctima fue pixelado y no se incluye ninguna imagen que permita su reconocimiento directo o indirecto.
Uso académico exclusivo	El material fotográfico se emplea únicamente con fines formativos, evitando enfoques sensacionalistas, morbosos o fuera del contexto técnico-profesional.	Las imágenes sirven para análisis académico del escenario, indicios y lesiones, sin difundirse en espacios no autorizados.

Respeto a los familiares	Se evita exponer contenidos que puedan generar afectación emocional o violar la privacidad de los allegados. El acceso está restringido y bajo fines estrictamente académicos.	Las fotografías se presentan con protección visual y sin circulación pública, lo que reduce la carga emocional para la familia.
Responsabilidad en el manejo de información sensible	Se siguen protocolos éticos de investigación: confidencialidad, resguardo seguro del material, ausencia de datos identificativos y análisis serio y profesional.	Se trabaja únicamente con el material proporcionado, se mantiene la confidencialidad y no se revelan detalles identificativos adicionales.

Nota. Elaboración propia

Conclusiones de audio y video

Sobre la disponibilidad del material

Para el presente estudio de caso se dispone exclusivamente de material fotográfico contenido en el Informe Técnico Pericial de Inspección Ocular Técnica. No se cuenta con material videográfico del procedimiento de inspección ocular técnica realizado en el lugar de los hechos.

Sobre la autenticidad del material fotográfico

El análisis técnico permite establecer que las fotografías son auténticas y no han sido objeto de manipulación digital que altere su contenido evidencial. Los únicos tratamientos aplicados son:

- Pixelado del rostro de la víctima con fines de protección de identidad y respeto a la dignidad humana
- Numeración y rotulación para fines de catalogación en el informe pericial

Estos tratamientos no comprometen la validez científica del material ni afectan elementos criminalísticos relevantes para el análisis del caso.

Sobre la calidad técnica

El material fotográfico presenta calidad técnica apropiada, evidenciando:

- Captura profesional por personal capacitado y acreditado
- Metodología criminalística adecuada y sistemática
- Iluminación, enfoque y resolución suficientes para el análisis
- Coherencia en la secuencia y estructura del registro

Sobre la suficiencia del material

A pesar de la ausencia de material de audio y video, el registro fotográfico disponible resulta suficiente para:

- Realizar un análisis visual riguroso de la escena del crimen
- Cumplir con los objetivos académicos del presente estudio de caso

Sobre las limitaciones reconocidas

Se reconoce que la ausencia de grabaciones en video y audio lo que limita:

- La reconstrucción dinámica y temporal del procedimiento
- La verificación completa de la aplicación de protocolos
- El registro de elementos móviles o cambiantes durante la inspección

No obstante, estas limitaciones no invalidan el análisis ni comprometen la validez académica del estudio, ya que son compensadas mediante la documentación escrita detallada y el registro fotográfico exhaustivo.

Capítulo VI: Reconstrucción Integrada del Caso

Correlación entre hallazgos balísticos y médico-legales

La correlación entre la evidencia balística, la documentación médico-legal y las características de la escena permitió establecer relaciones consistentes que fortalecen la reconstrucción del evento. Entre los elementos más relevantes se destacan:

- Las ocho vainas percutidas calibre 9 mm PMC-Luger presentan características homogéneas de expulsión, compatibles con un arma semiautomática. Su distribución espacial sugiere estabilidad posicional del tirador y ausencia de desplazamientos prolongados durante el acto.
- Los proyectiles recuperados, uno de ellos notablemente deformado, evidencian pérdida de energía por colisión previa con superficies duras, acorde con la topografía irregular del terreno. Este hallazgo refuerza la hipótesis de disparos realizados desde una distancia significativa.
- Las lesiones de la víctima, que carecen de tatuaje de pólvora, ahumamiento, halo térmico o desgarro estrellado, son indicativas de disparos a larga distancia, descartando modalidades de proximidad o contacto directo.
- Los desgarros y perforaciones observados en prendas de vestir mantienen correspondencia geométrica con los orificios corporales descritos, lo cual corrobora la alineación entre trayectorias externas e internas.
- La orientación y profundidad de los trayectos internos (según imágenes periciales y descripción del documento) son compatibles con disparos frontales o ligeramente oblicuos, lo que coincide con la orientación final del cuerpo y la ubicación probable del tirador.

La correlación médico-balística permite afirmar que la dirección general de los disparos fue coherente con un ataque frontal directo, sin evidencia de múltiples posiciones o cambios abruptos en la línea de tiro.

Dinámica general del evento

Del análisis integral de la escena y la evidencia física se desprende la siguiente dinámica probable:

- **Inicio del evento:** la víctima se encontraba en un punto interno del terreno baldío, en posición erguida o en desplazamiento, sin evidencia de defensa activa o lucha previa.

- **Acción del tirador:** el agresor se posicionó frente a la víctima, manteniendo un punto de disparo firme y estable, lo cual se deduce de la agrupación de vainas y la consistencia en la dirección de los impactos.
- **Secuencia de disparos:** los primeros impactos afectaron regiones corporales vitales, generando un colapso rápido. La uniformidad de los ángulos de entrada sugiere que la mayoría de disparos ocurrieron antes de la caída total del cuerpo.
- **Caída y posición final:** la víctima cayó hacia atrás sin desplazamiento posterior significativo. La ausencia de signos de arrastre y la orientación anatómica natural son compatibles con un colapso inmediato.
- **Retiro del agresor:** no existen indicios de manipulación post mortem, lo que indica que el agresor abandonó la escena sin alterar la posición del cuerpo ni del entorno inmediato.

La dinámica denota un ataque dirigido, con control de la línea de fuego, y ejecutado probablemente con un único tirador en una posición frontal dominante.

Número mínimo de disparos y posiciones probables

El hallazgo de ocho vainas percutidas establece un número mínimo verificable de disparos. La recuperación de proyectiles adicionales, incluyendo uno deformado encontrado entre las prendas, confirma que al menos parte de esas detonaciones impactaron directamente al cuerpo o al suelo cercano. El número real podría ser superior si existieron proyectiles perdidos en el área no delimitada de la escena, pero técnicamente se confirma un mínimo de ocho disparos.

Posiciones probables del tirador

El análisis espacial y balístico indica que el tirador:

- se ubicó frontalmente respecto a la víctima

- mantuvo una distancia operativa estimada entre 3 y 8 metros, compatible con disparos de larga distancia sin elementos de tatuaje
- sostuvo el arma a una altura aproximada de 1,50 a 1,70 metros, coherente con un adulto en posición erguida
- no realizó desplazamientos pronunciados durante la secuencia de disparos, dado que la dispersión de vainas conforma un patrón agrupado típico de expulsión lateral de arma semiautomática

El patrón general es compatible con un tirador entrenado o, al menos, con familiaridad en el manejo del arma empleada.

Vacíos investigativos y limitaciones

Pese a la adecuada intervención del personal técnico, el caso presenta limitaciones inherentes al entorno y a la disponibilidad de información:

- Escena abierta expuesta a contaminación, dificultando la preservación estricta del perímetro y el control de ingreso de terceros.
- Ausencia de videovigilancia en el sector, lo que impide contextualizar temporalmente el evento o identificar posibles rutas de aproximación o escape.
- Falta de datos completos de autopsia en el documento fuente, limitando el análisis profundo de trayectorias internas y de vitalidad de las lesiones.
- No realización de análisis de residuos de disparo (GSR) en manos de la víctima, testigos o posibles sospechosos.
- Carencia de información meteorológica cuantitativa (velocidad del viento, temperatura, humedad), relevante para la dispersión de partículas y estabilidad de proyectiles.

- No se efectuaron pruebas experimentales de distancia de disparo, las cuales aportarían mayor precisión respecto al rango operativo empleado.
- Limitaciones topográficas que pudieron alterar la distribución natural de vainas o proyectiles por rebotes en terreno irregular.

Aunque estos vacíos no comprometen la coherencia general de la reconstrucción, sí restringen la posibilidad de establecer parámetros balísticos más precisos.

Conclusiones y aplicaciones

1. La integración de evidencia balística, análisis médico –legal y evaluación espacial permitió reconstruir un evento caracterizado por un ataque frontal directo, ejecutado con un arma semiautomática calibre 9 mm.
2. Los disparos fueron realizados desde larga distancia, descartando contacto, proximidad inmediata o lucha previa.
3. El patrón de dispersión de vainas y la constancia direccional de los impactos indican que el tirador se mantuvo en un solo punto, controlando la línea de fuego.
4. La posición final del cuerpo, sin signos de arrastre o manipulación, es coherente con un colapso inmediato producto de impactos en zonas corporales vitales.
5. La presencia de un proyectil deformado evidencia interacción previa con superficies duras, consistente con el entorno físico, y respalda la hipótesis de trayectorias alteradas por el terreno.
6. La reconstrucción integral del hecho demuestra que la correlación interdisciplinaria es esencial para evitar interpretaciones parciales y generar conclusiones técnico - científicamente válidas.

Limitaciones de la investigación

Es importante mencionar que, dentro de las principales limitaciones encontradas dentro del estudio de caso se encuentran las siguientes:

- Ausencia de datos completos de autopsia.
- Falta de análisis de GSR en la víctima.
- Escenario abierto susceptible a alteraciones ambientales.
- No disponibilidad de metadatos audiovisuales o registros de cámaras.
- Carencia de modelamiento tridimensional con software especializado.
- No se realizaron pruebas experimentales con munición equivalente.

Recomendaciones técnicas

Como parte de las recomendaciones para mejorar o potenciar el análisis del caso se ha contemplado los siguientes factores complementarios:

- Incorporar modelamiento tridimensional (FARO, BallisticAnalyzer, RealityCapture) para representar espacialmente trayectorias y posiciones relativas.
- Realizar pruebas de distancia de disparo con arma y munición equivalente para validar patrones de tatuaje, dispersión y residuos.
- Complementar futuras investigaciones con análisis GSR por SEM –EDS, para identificar su presencia en víctima o sospechosos.
- Documentar condiciones ambientales con instrumentos calibrados, especialmente en escenas abiertas.
- Fortalecer el registro audiovisual mediante drones, fotogrametría y escaneo 3D, optimizando la precisión pericial.
- Integrar análisis comparativos de deformación de proyectiles, correlacionándolos con materiales presentes en la escena.
- Reforzar la articulación entre criminalística y medicina legal, garantizando que los trayectos internos sean analizados en conjunto con los externos antes de emitir conclusiones.

Referencias

- AMPED. (27 de 02 de 2024). *AMPED User days 2024*. <https://ampedsoftware.com/amped-user-days-2024>
- Barbería, E., Martín-Fumadó, C., Gómez-Durán, E., Xifró, A., Arimany-Mansó, J., & Pujol-Robinat, A. (2021). Actividad de Revista Española de Medicina Legal en 2019-2020. *Revista Espan~ ola De Medicina Legal*, 47(2), 45. <https://doi.org/https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8012051/>
- Champos, C., Biedermann, A., Vuille, J., Willis, S., & De Kinder, J. (2016). ENFSI (European Network of Forensic Science Institutes) Guideline for evaluative reporting in forensic science, A primer for legal practitioners. *Criminal Law and Justice Weekly*, 10(180), I-I. <https://doi.org/https://libra.unine.ch/handle/123456789/24469>
- Chavarría, M. (2024). Análisis de la la muerte súbita cardíaca por prolapso de la válvula mitral en una autopsia de una mujer sin antecedente de cardiopatía. *Reporte de caso. Medicina Legal de Costa Rica*, 41(1), 13-19. https://doi.org/https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152024000100013
- Chávez, S., Lucena, J., & Matamoros, M. (2023). Investigación medicolegal de la muerte súbita en Honduras. Análisis crítico de las autopsias realizadas en el período 2015-2019. *Revista de Ciencias Forenses de Honduras*, 9(2), 7-24. <https://doi.org/https://camjol.info/index.php/RCFH/article/view/16912>
- Cuesta, O., & Cabra, F. (2021). La escuela rural colombiana en medio del conflicto armado: un análisis desde la información publicada en noticias. *Andamios*, 18(47), 493-518. https://doi.org/https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-00632021000300493&script=sci_arttext
- Delgado, G., Salazar, J., & Martínez-Pichardo, M. (2023). Implementación de la calidad en los laboratorios de ensayos (ISO/IEC 17025: 2017). *Revista iberoamericana de bioeconomía y cambio climático*, 9(17), 2029-2047. <https://doi.org/https://camjol.info/index.php/RIBCC/article/view/15150>
- EPMMOP. (15 de 08 de 2024). *Calles de La Santiago y La Lorena en Chilibulo*. Alcaldía Metropolitana: <https://www.epmmop.gob.ec/estan-habilitadas-las-tres-calles-de-la-santiago-y-la-lorena-en-chilibulo/>
- Fernández, S. (2025). *Aspectos comunes – cartuchos, vainas y proyectiles*. EIG Campus.

García Á. Moreno, A., & Díaz, P. (2021). El peritaje médico forense. *Análisis y valoración de la prueba pericial biomédica, psicológica y médica en peritaje judicial*, 64-88.

<https://doi.org/https://www.torrossa.com/gs/resourceProxy?an=5109937&publisher=FZ1825>

GrantThornton. (19 de 07 de 2025). *Turn digital transformation into reliable growth*.

https://www.grantthornton.com/insights/survey-reports/advisory/2025/shift-your-tech-strategy?utm_source=googleads&utm_medium=paidsearch&utm_campaign=cmp-10728-bol7h&utm_content=ds-growthsurvey-cmp-10711-d0f4v&utm_term=technology%20consulting%20services&ga

Grijalba, M., Arimany-Manso, J., Barberia, E., & Xifro, A. (2024). La especialidad de Medicina Legal y Forense en España: evolución y situación actual. *Med Clin (Barc)*, 163(2), e24-31.

<https://doi.org/https://www.ub.edu/catedres/sites/default/files/content/file/2024/11/12/15/3-2024-la-especialidad-de-mlyf-en-espana-evolucion-y-situacion-actual.pdf>

Largo, V., & Moreira-Macías, E. (2025). Sistema de Gestión de Calidad de Tecnoinstrument Acreditado según la norma ISO/IEC 17020: 2012. *Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica*, 5(1), 1036-1061.

<https://doi.org/https://estudiosyperspectivas.org/index.php/EstudiosyPerspectivas/article/view/907>

Locard, E. (1920). *L'enquête criminelle et les méthodes scientifiques*. Ernest Flammarion.

Mejía, M., & Gil, J. (2021). Delimitación conceptual del fenómeno de las ejecuciones extrajudicial. *Dikaion*, 30(2), 499-527. https://doi.org/http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-89422021000200499&script=sci_arttext

Méndez, C. (2021). Dictamen médico legal de un análisis de voz, ¿ cómo hacerlo? *Revista de investigación e innovación en ciencias de la salud*, 3(2), 98-118.

https://doi.org/http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2665-20562021000200098&script=sci_arttext

Municipio de Quito. (2019). *Delimitación de Barrios*. Administración Zonal Eloy Alfaro.

https://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Administraci%C3%B3n%202019-2023/Sesiones%20de%20Concejo/2020/Sesi%C3%B3n%20110%20Extraordinaria%2020-12-04/II.%20Delimitaci%C3%B3n%20Barrios/Informes%20t%C3%A9cnicos%20y%20legales/Informe%20favorable%20STHV/Zona

Pena, J. (2021). *La prueba pericial criminalística: particularidades en Ecuador*. Universidad de Cuenca.

<https://doi.org/https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/40f3dbb5-e841-4714-936e-755180f01e41>

- Reyes, I., & Mayo, N. (2023). La importancia de los fenómenos cadavéricos en el tanatocronodiagnóstico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 2492-2500. <https://doi.org/https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/4603>
- Román, E., Salazar, B., & Ocampo, A. (2022). La importancia de las áreas de la criminalística en la escena del crimen. *Dominio de las Ciencias*, 8(3), 778-793. <https://doi.org/https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8637952>
- Salvatierra, R., Chavez, R., & Cedeño, M. (2023). Importancia de la medicina legal y forense en la investigación de hechos violentos. *RECIAMUC*, 7(2), 544-556. <https://doi.org/https://www.reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/1140>
- Santamaría, J., Adame, B., & Bermeo, C. (2021). Influencia de la calidad de los agregados y tipo de cemento en la resistencia a la compresión del hormigón dosificado al volumen. *Revista Digital Novasinergia*, 4(1), 91-101. https://doi.org/http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2631-26542021000100091
- The GIMP Development Team. (2 de 09 de 2022). *GIMP Development*. <https://gimp-web-devel-afedc3.pages.gitlab.gnome.org/#gimp-30-roadmap>
- Torres, A., De la Paz, A., & Linares, K. (2022). Caracterización de lesionados atendidos con heridas por arma de fuego en el Hospital Joaquín Albarrán, enero del 2016 a diciembre 2021. *Universidad Médica Pinareña*, 18(3), 1-10. <https://doi.org/https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=120991>
- Vera, Y., & Ordoñez, R. (2025). Criminalística: Pilar Fundamental en el Proceso Penal. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 13560-13569. <https://doi.org/https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/18097>
- VideoLan Organization . (03 de 11 de 2024). *Video Dev Days 2024*. <https://images.videolan.org/videolan/events/vdd24/>

Anexos

Caso en anonimato (basado en informe policial)

1. Contexto general del hecho

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 día 21 de julio de 2025, aproximadamente a las 17:40, el servicio de emergencias recibió una alerta sobre un posible hecho violento ocurrido en un terreno baldío ubicado en el sector de Alto Mirador y Carapungo, en la zona sur de la ciudad. El lugar corresponde a un área de segundo orden, con vía adoquinada y escasa afluencia vehicular y peatonal. A la llegada del personal policial y pericial, el sitio fue encontrado protegido con cinta de seguridad, sin presencia de cámaras de vigilancia en el sector. Posteriormente se dispuso el retiro de personal no autorizado para preservar la escena.

2. Hallazgo del cuerpo

En el interior del terreno baldío, sobre la superficie de tierra, se localizó el cuerpo sin vida de un hombre adulto, cuya identidad preliminar fue verificada a través del sistema institucional. El cadáver se encontraba en posición decúbito dorsal, con la cabeza orientada hacia el oriente y los pies hacia el occidente. La víctima vestía ropa deportiva: camiseta negra, pantaloneta negra, bóxer multicolor, zapatos deportivos rojos y blancos y medias grises. Todas las prendas presentaban desgarros y máculas marrones compatibles con sangre. El cuerpo exhibía múltiples heridas por el paso de proyectil de arma de fuego en rostro, cuello, tórax, abdomen, pelvis, región lumbar y glúteo, más de 20 heridas en total. También se registraron tatuajes artísticos utilizados solo como rasgos de identificación general.

3. Condiciones del lugar

El reconocimiento estableció que el clima era despejado, existía alumbrado público y visibilidad adecuada. El sector no contaba con sistema de cámaras de seguridad. Se midieron las distancias entre el cuerpo y elementos estructurales del lugar para registrar la ubicación exacta del cadáver dentro del terreno.

4. Indicios balísticos levantados

Durante la inspección se identificaron ocho vainas percutidas calibre 9 mm, todas con marca PMC 9MM LUGER. Se levantaron también una bala con encamisado de latón y núcleo

de plomo encontrada en el terreno, y dos proyectiles (uno deformado y otro encamisado) entre las prendas de la víctima. Cada indicio fue fijado fotográficamente, medido y embalado según protocolos.

5. Posibles dinámicas según la distribución de las heridas

El examen externo reveló impactos de proyectil tanto en la parte frontal como en la posterior de la víctima, lo cual sugiere que pudo haber estado en movimiento al momento del ataque o que los disparos provinieron de diferentes ángulos. Las heridas en zonas vitales como cuello, rostro y tórax refuerzan la hipótesis de un ataque directo y letal.

6. Procesamiento de prendas y evidencias

Las prendas mostraron perforaciones y daños textiles compatibles con trayectorias de proyectil, además de máculas hemáticas. Estas prendas fueron catalogadas como indicio N.º 11 y enviadas a bodegas especializadas.

7. Cadena de custodia y transferencia

El cadáver fue remitido a la unidad forense correspondiente, y los indicios balísticos al centro de acopio técnico de la Policía Judicial, manteniendo registro exacto de cada traslado.

8. Conclusiones periciales

1. Se verificó la existencia del lugar de los hechos como escenario auténtico del suceso violento.
2. El cuerpo presentaba múltiples heridas por proyectil de arma de fuego, compatibles con una agresión directa.
3. Los indicios materiales fueron identificados, embalados, rotulados y remitidos conforme a protocolos técnico-científicos.

RESUMEN DEL CASO

Un hombre adulto fue encontrado sin vida en un terreno baldío del sur de la ciudad, víctima de múltiples disparos. Se levantaron varias vainas calibre 9 mm y proyectiles asociados al hecho. Las prendas mostraban perforaciones y máculas hemáticas coherentes con las lesiones. Toda la evidencia fue procesada y remitida con cadena de custodia completa.

Nota. Hemos redactado el caso aparte para evitar inconvenientes con las entidades que nos colaboraron con la información correspondiente y su informe original. Es importante para nosotros proteger los datos de la víctima y de todos aquellos quienes se encuentran involucrados, manteniendo el anonimato y discreción correspondientes.