Maestría en

Criminalística

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de

Magíster en Criminalística

AUTORES:

Daniela Andrea García Córdova

Carlos Andrés Giler Tapia

Shirley Tifani Morales Romero

Jorge Fernando Suárez Aimacaña

Erick Steven Terán Noboa

TUTORES:

Elisa Ruiz Tagle Fernández

Francisco Javier Gavilán Román

Sergio Antonio Fernández Moreno

Título del Trabajo de Titulación:

Metodología PBL aplicada a: Medicina Legal y Análisis Estadístico, Audio y Video Forense y Balística

Quito, abril 2025

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

Certificación de autoría

Nosotros, Daniela Andrea García Córdova, Carlos Andrés Giler Tapia, Shirley Tifani Morales Romero, Jorge Fernando Suárez Aimacaña y Erick Steven Terán Noboa 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.

Firmado electrónicamente por:
DANIELA ANDREA GARCIA CORDOVA
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando
Daniela Andrea García Córdova

Firmado electrónicamente por:
CARLOS ANDRES GILER TAPIA
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando
Carlos Andrés Giler Tapia.

Firma del graduando
Shirley Tifani Morales Romero

Jorge Fernando Suarez Aimacana
Time Stamping Security Data

Firma del graduando
Jorge Fernando Suárez Aimacaña

ERICK STEVEN TERAN NOBOA
Firmado digitalmente por ERICK STEVEN TERAN NOBOA
Fecha: 2025.05.08 10:48:44 -05'00'

Firma del graduando
Erick Steven Terán Noboa

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.

Autorización de Derechos de Propiedad Intelectual

Nosotros, **Daniela Andrea García Córdova, Carlos Andrés Giler Tapia, Shirley Tifani Morales Romero, Jorge Fernando Suárez Aimacaña** y **Erick Steven Terán Noboa**, en calidad de autores del trabajo de investigación titulado *Metodología PBL aplicada a: Medicina Legal y Análisis Estadístico, Audio y Video Forense y Balística*, autorizamos a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) para hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autores nos corresponden, lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento en Ecuador. D. M. Quito, (Abril, 2025).

Firmado electrónicamente por:
DANIELA ANDREA GARCIA CORDOVA
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando
Daniela Andrea García Córdova

Firmado electrónicamente por:
CARLOS ANDRES GILER TAPIA
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando
Carlos Andrés Giler Tapia.

Firma del graduando
Shirley Tifani Morales Romero

Jorge Fernando Suarez Aimacana
Time Stamping Security Data

Firma del graduando
Jorge Fernando Suárez Aimacaña

ERICK STEVEN TERAN NOBOA
Firmado digitalmente por ERICK STEVEN TERAN NOBOA
Fecha: 2025.05.08 10:49:21 -05'00'

Firma del graduando
Erick Steven Terán Noboa

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 Fernández Director/a EIG y Pablo Játiva Coordinador UIDE,** declaramos que los graduandos: Daniela Andrea García Córdova, Carlos Andrés Giler Tapia, Shirley Tifani Morales Romero, Jorge Fernando Suárez Aimacaña y Erick Steven Terán Noboa, 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: 2025.05.13 08:24:05 +02'00'

Sergio Fernández
Director de la
Maestría en Criminalística

Firmado electrónicamente por:
JORGE MARTIN DOMINGUEZ JARAMILLO
Validar únicamente con FirmaEC
Razón:
Localización:
Fecha: 2025-05-13T08:55:19.533042741-05:00

Martín Domínguez
Coordinador de la
Maestría en Criminalística

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.

Dedicatoria

El presente trabajo es dedicado a mi familia por su amor incondicional y apoyo constante dentro de cada etapa de mi camino profesional.

Daniela Andrea García Córdova

A mi familia por su apoyo incondicional en todo este proceso sin ustedes nada sería posible, con su cariño me han impulsado a culminar una nueva meta este logro sin dudarlo es de ustedes.

Carlos Andrés Giler Tapia.

Dedicado especialmente a mis padres, quienes sin imaginarlo, me alentaron a seguir aquello que desde niña me ha fascinado y pese a la distancia, los he sentido más cerca que nunca. A mi familia, a mis dos canes, Naoki y Akai, además de a mi gata Grey y a mis amigos, quienes con sus pequeños gestos y palabras de aliento fueron gran parte de mi ánimo y apoyo emocional en este viaje académico y de autodescubrimiento. Este trabajo culminado, fue posible gracias a cada uno de vosotros.

Shirley Tifani Morales Romero

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.

A mi familia, por ser el pilar fundamental en cada paso de este camino. Su apoyo incondicional, paciencia y amor me han impulsado a alcanzar este nuevo logro académico. Esta meta también es suya.

Jorge Fernando Suárez Aimacaña

A mi madre, hermano y tía por ser el pilar fundamental para realizar mis estudios.

Erick Steven Terán Noboa

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.

Agradecimientos

Agradezco a mi familia, docentes y tutores dentro de la presente maestría por compartir su conocimiento y permitirme crecer a nivel profesional.

Daniela Andrea García Córdova

Agradezco profundamente a mis abuelitos maternos son mi ejemplo de vida y de constancia, a mis padres y esposa su apoyo es fundamental en mi diario caminar.

Carlos Andrés Giler Tapia

Agradezco a Dios, quien me acompaña en cada una de mis decisiones y caminos de mi vida, agradezco profundamente a mis compañeros por sus diferentes y valiosas perspectivas, que enriquecieron estas páginas y me permitieron crecer en conjunto con nuestras aptitudes. También a los docentes, por su profesionalismo y pasión al compartir de una manera tan humana sus conocimientos en cada una de sus especialidades en esta maestría de Criminalística.

Shirley Tifani Morales Romero

A Dios, por concederme la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para culminar con éxito esta etapa. Su guía ha sido constante en cada desafío y en cada victoria.

Jorge Fernando Suárez Aimacaña

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.

Agradezco a Dios por ser el núcleo de mi vida y el caminar de mis días.

Erick Steven Terán Noboa

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.

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo integrar tres áreas estratégicas de la criminalística: medicina legal y análisis estadístico, audio y video forense, y balística, con el propósito de fortalecer los procesos técnicos aplicados en la investigación judicial.

En el componente medicolegal se analizan fenómenos cadavéricos y su relación con la estimación del intervalo post mortem mediante casos simulados y herramientas de observación forense. El segundo eje se direcciona al análisis de evidencias audiovisuales, mediante la aplicación de herramientas digitales orientadas a la autenticación de archivos audiovisuales, verificando metadatos y posibles alteraciones. Finalmente, en balística, se estudian armas de fuego, proyectiles y trayectorias, estableciendo relaciones entre las armas utilizadas y los impactos.

Este estudio propone un enfoque integral y aplicado, orientado a la mejora del análisis pericial y la reconstrucción objetiva de los hechos dentro del sistema judicial.

Palabras Claves: Criminalística, medicina legal, balística, audio y video forense, evidencia pericial.

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.

Abstract

This research project aims to integrate three strategic areas of criminalistics: legal medicine and statistical analysis, audio and video forensics, and ballistics, with the purpose of strengthening technical procedures applied in judicial investigations.

Within the legal-medical component, cadaveric phenomena are analyzed in relation to the estimation of the post-mortem interval, using simulated cases and forensic observation tools. The second axis focuses on the analysis of audiovisual evidence through the application of digital tools aimed at the authentication of audiovisual files, including metadata verification and detection of alterations. Finally, the ballistics component addresses the study of firearms, projectiles, and trajectories, establishing correlations between the weapon used and the resulting impacts.

This study proposes a comprehensive and applied approach, oriented toward enhancing forensic analysis and the objective reconstruction of events within the judicial system.

Keywords: Criminalistics, legal medicine, ballistics, audio and video forensics, expert evidence.

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.

Tabla de Contenidos (Índice)

Certificación de autoría **2**
Autorización de Derechos de Propiedad Intelectual **3**
Aprobación de dirección y coordinación del programa **4**
Dedicatoria **5**
Agradecimientos **7**
Resumen **9**
Abstract **10**
Capítulo 1. Metodología del Proyecto **17**
1.1. Introducción 17
1.2. Planteamiento Del Problema E Importancia Del Estudio 19
1.2.1. Definición del proyecto 19
1.2.2. Naturaleza o tipo de proyecto 19
1.2.3. Objetivos 20
1.2.4 Justificación e importancia del trabajo de investigación 21
Capítulo 2. Medicina Legal y Análisis Estadístico **22**
2.1. Introducción 22
2.2. Fenómenos Cadavéricos. Identificación y Relación con la Data de la Muerte. 22
2.2.1. Planteamiento del caso 22
2.3. Estudio Lesional en Casos de Muertes Violentas 45
2.3.1. Planteamiento del caso. 45
2.4. Autopsia Judicial: Resolución de un Caso 59
2.4.1. Planteamiento del caso. 59
Capítulo 3. Audio y video forense **69**
3.1. Introducción 69
3.2. Aplicación de la realización y edición de video en la investigación criminal. Métodos de autenticación y verificación de video. 69

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.

3.2.1. Planteamiento del caso. 69
3.3. Indicios de manipulación en un video. 77
3.3.1. Planteamiento del caso. 77
3.4. Caso práctico 104
3.4.1. Planteamiento del caso. 104
Capítulo 4. Balística 118
4.1. Introducción 118
4.2. Balística General 118
4.2.1. Planteamiento del caso. 118
4.3. Balística Interna y Externa 137
4.3.1. Planteamiento del caso. 137
4.3. Balística de Efectos 149
4.3.1. Planteamiento del caso. 149
Capítulo 5. Conclusiones y Aplicaciones 163
5.1. Conclusiones Generales 163
5.2. Conclusiones Específicas 164
5.2.1. Análisis del cumplimiento de los objetivos de la investigación. 164
5.2.2 Contribución a nivel académico. 165
5.2.3. Contribución a nivel personal. 165
5.3. Limitaciones de la Investigación 166
Referencia Bibliografía 167

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.

Lista de Tablas (Índice de tablas)

Tabla 1..... 88
Tabla 2..... 91
Tabla 3..... 94
Tabla 4..... 97
Tabla 5..... 100
Tabla 6.....119
Tabla 7..... 130
Tabla 8..... 144

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.

Lista de Figuras (Índice de figuras)

Figura 1 23
Figura 2 27
Figura 3 31
Figura 4 36
Figura 5 41
Figura 6 45
Figura 7 47
Figura 8 50
Figura 9 53
Figura 10 56
Figura 11 63
Figura 12 63
Figura 13 64
Figura 14 64
Figura 15 68
Figura 16 72
Figura 17 72
Figura 18 73
Figura 19 78
Figura 20 81
Figura 21 83
Figura 22 83
Figura 23 84
Figura 24 84
Figura 25 85
Figura 26 85
Figura 27 88
Figura 28 89
Figura 29 89
Figura 30 89
Figura 31 90
Figura 32 90
Figura 33 90
Figura 34 91

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.

Figura 35 91
Figura 36 92
Figura 37 92
Figura 38 92
Figura 39 93
Figura 40 93
Figura 41 93
Figura 42 94
Figura 43 94
Figura 44 95
Figura 45 95
Figura 46 95
Figura 47 96
Figura 48 96
Figura 49 97
Figura 50 97
Figura 51 97
Figura 52 98
Figura 53 98
Figura 54 99
Figura 55 99
Figura 56 99
Figura 57 100
Figura 58 100
Figura 59 100
Figura 60 101
Figura 61 104
Figura 62 105
Figura 63 106
Figura 64 107
Figura 65 108
Figura 66 108
Figura 67 109
Figura 68 109
Figura 69 110
Figura 70 110

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.

Figura 71 111
Figura 72 111
Figura 73 112
Figura 74 112
Figura 75 113
Figura 76 113
Figura 77 114
Figura 78 115
Figura 79 115
Figura 80 116
Figura 81 117
Figura 82 123
Figura 83 146
Figura 84 147
Figura 85 147
Figura 86 148
Figura 87 151
Figura 88 153
Figura 89 159
Figura 90 160
Figura 91 160
Figura 92 161
Figura 93 161

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

Capítulo 1. Metodología del Proyecto

1.1. Introducción

A lo largo del tiempo la criminalística contemporánea ha evolucionado como una disciplina científica indispensable para el esclarecimiento de hechos delictivos, sustentada en el análisis técnico, metódico y objetivo de la evidencia. En un entorno judicial cada vez más exigente en términos probatorios, se vuelve esencial contar con profesionales que integren conocimientos especializados en distintas ramas forenses, por lo que, bajo esta premisa, el presente trabajo de investigación aborda tres ejes fundamentales que, de forma articulada, aportan al fortalecimiento de los procesos de investigación criminal: la medicina legal con análisis estadístico, el análisis forense de audio y video, y la balística forense.

El componente médico legal permite entender la dinámica de los fenómenos cadavéricos como herramientas clave a fin de poder establecer la data de la muerte, de manera que esta área requiere el dominio de los procesos tanatológicos, así como la aplicación de criterios estadísticos, como el nomograma de Henssge, para determinar con mayor precisión el intervalo post mortem (Madea, 2023). Esta información es de gran valor en el análisis cronológico de los eventos para establecer la compatibilidad entre las evidencias halladas y la hipótesis investigativa (Saukko & Knight, 2015).

En paralelo, el análisis digital de archivos de audio y video ha alcanzado una mayor importancia de estudio en la criminalística actual. El análisis de autenticidad requiere la

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.

utilización de herramientas tecnológicas especializadas que permitan el análisis de metadatos, la detección de manipulaciones y la validación de la cadena de custodia digital (Sommer, 2013). Este tipo de evidencias, correctamente procesadas, tienen un impacto decisivo en procesos judiciales, ya que pueden demostrar o refutar hechos claves dentro de una investigación (Maher, 2018).

Por otra parte, la balística forense se encarga de estudiar las armas de fuego, los proyectiles, los impactos y la trayectoria, permitiendo establecer vínculos entre arma específica y un hecho delictivo. Identificar un arma mediante el estudio de marcas de estriado, la reconstrucción de trayectorias balísticas y establecer la distancia del disparo, son elementos fundamentales en este ámbito (Heard, 2008). Por lo que estos aportes permiten al perito reconstruir la dinámica del suceso con base en principios físicos y patrones observables en la escena del crimen.

El presente estudio adopta una perspectiva multidisciplinaria y aplicada, en la cual cada área contribuye a un entendimiento más integral de la evidencia forense. Al combinar métodos propios de la medicina legal, del audio y video forense y de la balística, se consolida la labor del perito criminalístico, aportando insumos objetivos que actúan dentro de la justicia penal.

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.

1.2. Planteamiento Del Problema E Importancia Del Estudio

1.2.1. Definición del proyecto

Este escrito constituye un estudio multidisciplinario en el campo de la criminalística, direccionado a tres áreas técnicas de gran relevancia en la práctica forense: medicina legal y análisis estadístico, audio y video forense, y balística, respondiendo su desarrollo a la necesidad de fortalecer las competencias periciales en la recolección, análisis, interpretación y valoración de la evidencia desde una perspectiva científica aplicada.

En los contextos nacional e internacional donde las investigaciones criminales demandan cada vez mayor rigor metodológico, este estudio se lo plantea como un ejercicio académico-práctico que permite aplicar conocimientos teóricos en casos forenses simulados, promoviendo el desarrollo de criterios técnicos válidos y replicables, respondiendo a las demandas actuales del sistema judicial, por lo que la propuesta no solo tiene un valor académico, sino un alta proyección de práctica , al constituirse en una herramienta metodológica que puede ser replicada en la resolución de casos reales.

1.2.2. Naturaleza o tipo de proyecto

Es un tipo proyecto de investigación aplicada, orientado a la consolidación de competencias técnicas en criminalística a través del análisis interdisciplinario de evidencia forense. Constituye el estudio práctico de fenómenos cadavéricos, autenticación de archivos digitales y reconstrucción balística, con el propósito de desarrollar criterios técnicos que puedan

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.

ser usados en contextos reales de investigación penal, siendo la metodología empleada combinando revisión técnica, análisis de casos simulados y aplicación de herramientas forenses especializadas, la que permite vincular el conocimiento académico a la práctica profesional pericial.

1.2.3. Objetivos

1.2.3.1 Objetivo general.

Desarrollar un estudio aplicado e interdisciplinario que integre técnicas de medicina legal, análisis forense de audio y video, y balística, con el propósito de fortalecer la capacidad pericial en la identificación, interpretación y correlación de evidencias en contextos investigativos judiciales.

1.2.3.2 Objetivos específicos.

- Analizar fenómenos cadavéricos y signos tanatológicos en casos simulados, aplicando herramientas medicolegales y criterios estadísticos para estimar el intervalo postmortem y sustentar cronotanatodiagnósticas forenses.
- Aplicar técnicas de verificación de autenticidad y análisis estructural de archivos audiovisuales mediante el uso de herramientas digitales especializadas, a fin de determinar su integridad, origen y valor probatorio dentro del proceso penal.
- Estudiar las características técnicas de armas de fuego, tipos de proyectiles y trayectorias

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.

balísticas, evaluando su correspondencia con lesiones y elementos encontrados en la escena del crimen para la reconstrucción de los hechos.

1.2.4 Justificación e importancia del trabajo de investigación

La complejidad creciente de los delitos y la evolución constante de los métodos criminales demandan profesionales altamente capacitados, capaces de aplicar metodologías forenses con un enfoque técnico aplicado en tres áreas clave, siendo estas disciplinas abordadas de manera integrada, permitiendo una comprensión más completa de los hechos investigados y aportan de manera eficiente a la calidad de los informes periciales en sede judicial.

En medicina legal, la correcta interpretación de fenómenos cadavéricos y el uso de herramientas estadísticas mejoran la estimación del intervalo post mortem, aspecto crucial para determinar la cronología del suceso. En lo referente al análisis forense de archivos digitales permite verificar su autenticidad y asegurar su valor probatorio, frente a un entrono cada vez más digitalizado. Por último, la balística forense aporta con criterios objetivos para la identificación de armas y trayectorias, siendo clave en la reconstrucción de hechos.

Este trabajo busca promover una visión integral del análisis pericial, donde la evidencia no se interpreta de forma aislada, sino en conjunto, aportando significativamente a la administración de justicia.

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

Capítulo 2. Medicina Legal y Análisis Estadístico

2.1. Introducción

La medicina legal cumple un rol importante dentro del estudio criminal, ya que proporciona criterios científicos el análisis de lesiones, causas de muerte y fenómenos cadavéricos, por lo que en este capítulo se aborda el estudio práctico de signos tanatológicos en contextos simulados, dando prioridad a estimar el intervalo post norte; aplicar técnicas médico-legales permite sustentar inferencias clínicas útiles para la reconstrucción de hechos, contribuyendo con evidencia objetiva al proceso judicial.

2.2. Fenómenos Cadavéricos. Identificación y Relación con la Data de la Muerte.

2.2.1. Planteamiento del caso

Identificar en cada una de las imágenes proporcionadas el fenómenos cadavérico mostrado y contestar de forma razonada a las preguntas.

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.

Figura 1

Imagen 1 del trabajo "Entregable 1 – Medicina Legal y Análisis Estadístico"

- **¿Qué fenómeno cadavérico o fenómenos cadavéricos (si son más de uno) ve representado en la imagen? ¿Se produce en el cadáver reciente o de forma tardía? Comente que tipo de información proporciona al estudio criminalístico de forma genérica, atendiendo a lo que visualiza en la imagen.**

Dentro de la Figura 1 se observan livideces cadavéricas o hipóstasis, un fenómeno cadavérico temprano. Las livideces se diferencian por el tono color rojo violáceo producidas por la acumulación de la sangre en partes declives del cuerpo debido a la gravedad a partir de que el sujeto ha fallecido (Diago Gómez, 2015).

Este fenómeno es esencial para establecer la postura del cadáver luego de su fallecimiento, evaluar si el cadáver ha sido manipulado y proporcionar una estimación

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.

aproximada del intervalo post mortem. Además, la ausencia de desplazamiento o movilidad de las lividece puede indicar que el cuerpo permaneció en la misma posición durante varias horas.

Como se sabe, las fases de la autopsia judicial son 3, la cual inicio al momento del levantamiento del cadáver, por lo que es fundamental asegurar la escena y todos los indicios necesarios que ayuden a recabar información para determinar la muerte o lo que la provocó, a simple vista, por la imagen no se puede indicar una muerte violenta pero tras la exploración física y luego la autopsia, se determinarán los hallazgos necesarios, posterior a ello se deben enviar muestras al laboratorio forense para su determinación, las cuales pueden ser:

- Pruebas toxicológicas post mortem para determinar el abuso de sustancias o un posible envenenamiento.

- Para realizar las pruebas toxicológicas en cadáveres, se analizan muestras biológicas del fallecido, como sangre, orina, saliva, sudor, y otros fluidos corporales. También se pueden analizar objetos que hayan pertenecido al fallecido, como maquinillas de afeitar, peines, cepillos, etcétera.

- **¿Cuándo comienza a aparecer tras instaurarse el fenómeno de la muerte? ¿Cuánto tarda en formarse completamente? Realice una breve descripción acerca de cómo evoluciona este fenómeno en el tiempo de forma general. Posteriormente, y ya atendiendo al caso de la fotografía, calcule la data de la muerte atendiendo a la**

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.

evolución del fenómeno cadavérico (o fenómenos si detecta más de uno) que observa en la imagen.

- Inicio del fenómeno: Las livideces comienzan a formarse entre la primera y la segunda hora postmortem.
- Formación completa: Comprende entre las 8 y 12 h posteriores al fallecimiento.

Evolución general:

- De 1 a 5 horas: Las livideces son móviles, desaparecen o cambian al modificar la posición del cadáver.
- De 6 a 12 horas: Comienzan a fijarse debido a la hemólisis.
- De 12 horas o más: Las livideces están completamente fijas y no desaparecen al aplicar presión o cambiar la posición.

Cálculo de estimación de tiempo de muerte para el caso: En la imagen, las livideces están bien definidas y fijas, lo que indica que han pasado al menos 12 horas desde el momento de la muerte.

- **¿Cómo y cuándo debe el perito que realiza la investigación valorar este proceso? ¿Cómo debería de proceder en su exploración? (comente cómo lo harían).**

El médico forense debe valorar las livideces cadavéricas durante el levantamiento del cadáver y en la autopsia para:

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.

- **Verificar la coloración:** Identificar si las manchas son típicas (rojo violáceo) o presentan tonalidades inusuales (como rojo cereza debido a intoxicación por monóxido de carbono).
- **Evaluar la movilidad:** Aplicar presión o cambiar la posición del cadáver para comprobar si las livideces son móviles o fijas.
- **Documentar***:* Registrar la ubicación y distribución de las livideces mediante fotografías y descripciones detalladas.

Exploración propuesta: Se realizaría una inspección detallada de las livideces, aplicando presión en varias áreas para comprobar su fijación y registrando cualquier anomalía en su color o ubicación, el análisis del cuerpo se haría durante la fase de Documentar y Evaluar el Cadáver, ya que en esta fase es donde se deben valorar el estado de los fenómenos cadavéricos.

- **En algunos casos, ciertos fenómenos cadavéricos pueden proporcionar otro tipo de información de utilidad en la investigación de una muerte violenta o permiten realizar ciertos tipos de análisis complementarios. Si es el caso de la imagen que está analizando, coméntelo de forma razonada.**

En este caso, las livideces cadavéricas pueden proporcionar información clave en la investigación:

- **Movimiento del cuerpo:** Si las livideces están en áreas inconsistentes con la posición final del cadáver, podría indicar que el cuerpo fue manipulado.

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.

- **Causa de muerte:** La tonalidad de las livideces puede indicar intoxicaciones o asfixias.
- **Tiempo postmortem:** La fijación de las livideces ayuda a delimitar un intervalo aproximado desde el momento del fallecimiento

Figura 2

Imagen 2 del trabajo "Entregable 1 – Medicina Legal y Análisis Estadístico"

1. **¿Qué fenómeno cadavérico o fenómenos cadavéricos (si son más de uno) ve representado en la imagen? ¿Se produce en el cadáver reciente o de forma tardía? Comente que tipo de información proporciona al estudio criminalístico de forma genérica, atendiendo a lo que visualiza en la imagen.**

En la Figura 2 se observan livideces cadavéricas extensas y marcadas, asociadas con hipóstasis visceral y la progresión de un proceso de putrefacción cadavérica temprana. Las

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.

livideces indican que el cuerpo ha estado en posición decúbito lateral derecho durante varias horas tras el fallecimiento.

Las livideces además ayudan a determinar la posición postmortem del cadáver y si hubo manipulación del cuerpo. La putrefacción temprana, visible por las manchas verdosas en el abdomen, permite calcular la data aproximada de la muerte. Los patrones de vascularización visibles pueden aportar información sobre la circulación previa a la muerte.

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

   Livideces:

- Comienzan a formarse entre 1 y 2 horas tras la muerte.
- Se fijan completamente entre las 8 y 12 horas postmortem.
- Persisten mientras dure la descomposición del cuerpo.

Putrefacción temprana:

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.

- *Fase cromática:* Se inicia entre las 24 y 36 horas, con la aparición de manchas verdosas en el abdomen, producto de la acción bacteriana.
- *Evolución:* La putrefacción progresa hacia la fase enfisematosa en 3-5 días.

Cálculo de la data de la muerte para el caso en la imagen: En esta imagen, las livideces están completamente fijadas y el proceso de putrefacción temprana ha comenzado. Esto indica que han pasado entre 24 y 48 horas desde el momento del fallecimiento.

3. **¿Cómo y cuándo debe el perito que realiza la investigación valorar este proceso? ¿Cómo debería de proceder en su exploración? (comente cómo lo harían).**

El perito debe valorar los fenómenos cadavéricos en el lugar del hallazgo del cuerpo y durante la autopsia. Los pasos son:

- **Documentación fotográfica:** Registrar las livideces y la distribución del color verdoso para analizar la progresión de la putrefacción.
- **Aplicación de presión:** Comprobar si las livideces son móviles o fijas.
- **Inspección general:** Analizar las condiciones del lugar y su relación con los fenómenos observados (temperatura, humedad, posición del cuerpo).

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.

Exploración propuesta: Se realizaría una inspección detallada del cuerpo, documentando la coloración y distribuciones anómalas de las livideces. También se registraría las manchas de putrefacción y su extensión para confirmar la cronotanatodiagnosis.

4. **En algunos casos, ciertos fenómenos cadavéricos pueden proporcionar otro tipo de información de utilidad en la investigación de una muerte violenta o permiten realizar ciertos tipos de análisis complementarios. Si es el caso de la imagen que está analizando, coméntelo de forma razonada.**

   En este caso, los fenómenos observados pueden aportar:

- **Posición postmortem:** Las livideces en el lado derecho del cuerpo confirman que el cadáver permaneció en posición decúbito lateral.
- **Causa de muerte:** La ausencia de livideces en ciertas áreas podría sugerir presión externa o el uso de objetos que modificaron la circulación antes de la muerte.
- **Tiempo postmortem:** La fijación de las livideces y el inicio de la putrefacción proporcionan un rango temporal útil para reconstruir los eventos.

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.

Figura 3

Imagen 3 del trabajo "Entregable 1 – Medicina Legal y Análisis Estadístico"

1. **¿Qué fenómeno cadavérico o fenómenos cadavéricos (si son más de uno) ve representado en la imagen? ¿Se produce en el cadáver reciente o de forma tardía? Comente que tipo de información proporciona al estudio criminalístico de forma genérica, atendiendo a lo que visualiza en la imagen.**

En la Figura 3 se observa un avanzado estado de **putrefacción cadavérica**, específicamente en la fase enfisematosa, caracterizada por la hinchazón generalizada del cadáver debido a la acumulación de gases producidos por bacterias anaerobias. La infiltración gaseosa invade al tejido celular subcutáneo; causando hinchazón de la cabeza protrusión de los globos oculares y la lengua aparece proyectada hacia el exterior de la boca; se inicia después de las 72

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.

horas hasta los 7 días para dar paso a la licuefacción (Peña et al., 2019). Este fenómeno corresponde a los **fenómenos cadavéricos tardía** (Calabuig, 2014).

Este estado de descomposición proporciona información valiosa para el estudio criminalístico:

- **Estimación del intervalo postmortem**: La fase enfisematosa permite calcular el tiempo transcurrido desde la muerte.
- **Condiciones ambientales**: El grado de descomposición puede indicar la temperatura, humedad y exposición del cuerpo.
- **Identificación de lesiones**: Aunque la descomposición dificulta su análisis, algunas lesiones pueden preservarse y ser identificadas mediante estudios complementarios.

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

   Inicio y evolución del fenómeno:

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.

- **Inicio:** La fase enfisematosa de la putrefacción comienza entre los 3 y 5 días postmortem, dependiendo de las condiciones ambientales (Peña et al., 2019).

- Evolución general (Webmaster, 2016):

    1. **Fase cromática (24-36 horas):** Aparición de una mancha verde en la fosa ilíaca derecha que se extiende hacia el abdomen.

    2. **Fase enfisematosa (3-5 días):** Hinchazón del cuerpo debido a la acumulación de gases, piel tensa y desfiguración facial.

    3. **Fase colicuativa (2-4 semanas):** Formación de líquidos, ampollas y desprendimiento de la piel.

    4. **Fase de reducción (meses):** Descomposición completa de tejidos blandos.

Cálculo de la data de la muerte para el caso en la imagen: El avanzado estado de hinchazón y desfiguración indica que el cuerpo ha estado en la fase enfisematosa al menos de 5 a 7 días, asumiendo condiciones climáticas típicas. Por lo tanto, la data de la muerte se estima en aproximadamente 5 a 7 días antes del hallazgo.

3. **¿Cómo y cuándo debe el perito que realiza la investigación valorar este proceso? ¿Cómo debería de proceder en su exploración? (comente cómo lo harían).**

    El perito debe valorar la putrefacción cadavérica en **dos fases clave**:

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.

- **Durante el levantamiento del cadáver**:

Observar y documentar el estado del cuerpo y el entorno. Registrar las condiciones ambientales (temperatura, humedad, exposición al sol, etc.). Tomar fotografías detalladas para respaldar el análisis posterior.

- **Durante la autopsia**:

Realizar una **observación visual** detallada para identificar cambios en la coloración de la piel, hinchazón y desprendimiento de tejidos. Evaluar el grado de descomposición para estimar el intervalo postmortem. Recoger **muestras de tejidos y fluidos** para estudios microbiológicos y toxicológicos, que pueden confirmar o descartar factores externos como intoxicaciones o infecciones.

Exploración propuesta:

- Examinar el entorno: Documentar las condiciones del lugar donde se encontró el cuerpo.
- Analizar el cadáver: Observar y registrar los cambios físicos, como la hinchazón y la desfiguración.
- Recoger muestras: Tomar muestras de tejidos y líquidos para análisis complementarios.
- Realizar estudios radiológicos: Identificar posibles fracturas o traumas que no sean evidentes debido a la descomposición.

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

4. **En algunos casos, ciertos fenómenos cadavéricos pueden proporcionar otro tipo de información de utilidad en la investigación de una muerte violenta o permiten realizar ciertos tipos de análisis complementarios. Si es el caso de la imagen que está analizando, coméntelo de forma razonada.**

En este caso, la **putrefacción avanzada** puede ofrecer información adicional relevante para la investigación:

- **Preservación de lesiones**: Aunque la descomposición dificulta el análisis, pueden identificarse fracturas o traumas mediante estudios radiológicos.
- **Condiciones ambientales**: El estado del cuerpo puede reflejar cambios en el lugar de hallazgo, como alteraciones en temperatura o humedad, lo que podría indicar si el cuerpo fue movido o permaneció en el mismo lugar.
- **Estimación temporal**: La fase enfisematosa proporciona un rango de tiempo relativamente preciso para calcular la data de la muerte, lo que es crucial para establecer la línea de tiempo de los eventos.

Además, la recolección de muestras para análisis microbiológicos puede revelar la presencia de bacterias o toxinas que podrían estar relacionadas con la causa de la muerte.

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.

Figura 4

Imagen 4 del trabajo "Entregable 1 – Medicina Legal y Análisis Estadístico"

1. **¿Qué fenómeno cadavérico o fenómenos cadavéricos (si son más de uno) ve representado en la imagen? ¿Se produce en el cadáver reciente o de forma tardía? Comente que tipo de información proporciona al estudio criminalístico de forma genérica, atendiendo a lo que visualiza en la imagen.**

En la Figura 4 se observan dos fenómenos cadavéricos tempranos: rigidez cadavérica (rigor mortis) y livideces cadavéricas (hipóstasis).

- La rigidez cadavérica, evidente en la postura fija del cuerpo, especialmente en las manos cerradas y los brazos flexionados. Este fenómeno comienza poco después de la muerte y se debe a la coagulación de las proteínas musculares por la falta de energía celular.

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.

- Las livideces cadavéricas, Visibles en las zonas declives del cuerpo, como el abdomen y las extremidades inferiores, debido a la acumulación de sangre por efecto de la gravedad. La tonalidad de las livideces puede variar dependiendo de las causas de la muerte (por ejemplo, asfixia o intoxicación).

  Información criminalística:

- **Data de la muerte:** Los estados de rigidez y livideces permiten establecer un intervalo postmortem aproximado.
- **Posición postmortem:** Las livideces indican si el cuerpo fue movido tras la muerte.
- **Posibles manipulaciones:** La rigidez ayuda a evaluar si la postura es compatible con una posición natural o si hubo manipulación del cuerpo.

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

   Evolución general:

- **Rigidez cadavérica:**

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.

1. Inicio: Entre las 3 y 6 horas postmortem.
2. Establecimiento completo: Entre las 8 y 12 horas.
3. Resolución: Comienza a desaparecer entre las 24 a 48 horas.

– **Livideces cadavéricas:**

4. Inicio: Entre 1 y 2 horas postmortem.
5. Fijación completa: Entre las 8 y 12 horas.
6. Persistencia: Permanecen fijas después de este tiempo.

Caso específico: En la imagen, la rigidez cadavérica está bien establecida, mientras que las livideces son fijas, indicando que han pasado aproximadamente entre 8 y 12 horas desde el fallecimiento.

3. **¿Cómo y cuándo debe el perito que realiza la investigación valorar este proceso? ¿Cómo debería de proceder en su exploración? (comente cómo lo harían).**

La valoración de los fenómenos cadavéricos debe realizarse en dos momentos clave:

– **En el lugar del levantamiento:** Esto permite registrar la posición original del cadáver, identificar posibles manipulaciones y documentar las características del entorno.

– **Durante la autopsia:** Se verifica la progresión de los fenómenos cadavéricos y se complementa con estudios complementarios (histopatológicos y toxicológicos).

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.

Procedimiento en la exploración:

- **Inspección visual:** Documentar fotográficamente la posición del cuerpo y las áreas afectadas por rigidez y livideces. Identificar posibles signos asociados, como alteraciones en la piel o manchas hipostáticas inusuales.
- **Evaluación manual:** Comprobar la rigidez mediante la resistencia muscular de las extremidades. Aplicar presión en las livideces para verificar si son móviles o fijas.
- **Registro ambiental:** Registrar temperatura, humedad y otras condiciones que puedan influir en los fenómenos cadavéricos.
- **Exploración en la autopsia:** Durante la fase inicial, verificar la evolución de los fenómenos cadavéricos y documentar su estado al momento de la necropsia. Realizar mediciones de temperatura rectal, ocular y hepática para correlacionarlas con la data de la muerte.

4. **En algunos casos, ciertos fenómenos cadavéricos pueden proporcionar otro tipo de información de utilidad en la investigación de una muerte violenta o permiten realizar ciertos tipos de análisis complementarios. Si es el caso de la imagen que está analizando, coméntelo de forma razonada.**

   En este caso:

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.

- **Rigidez cadavérica:** Si la postura del cuerpo es antinatural, podría sugerir que el cadáver fue manipulado.
- **Livideces cadavéricas:** La distribución de las livideces en áreas declives específicas confirma la posición postmortem inicial. Livideces en zonas atípicas (como el dorso si el cuerpo está boca arriba) podrían sugerir presión o movimiento tras el fallecimiento.
- **Intervalo postmortem:** La combinación de rigidez y livideces fijas proporciona una estimación más precisa del tiempo transcurrido desde el deceso.
- **Posibles análisis adicionales:** Las livideces pueden ser analizadas químicamente para determinar el nivel de oxigenación de la sangre en el momento de la muerte, lo que podría correlacionarse con hipótesis sobre el mecanismo del fallecimiento (como asfixia o intoxicación).

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.

Figura 5

Imagen 5 del trabajo "Entregable 1 – Medicina Legal y Análisis Estadístico"

1. **¿Qué fenómeno cadavérico o fenómenos cadavéricos (si son más de uno) ve representado en la imagen? ¿Se produce en el cadáver reciente o de forma tardía? Comente que tipo de información proporciona al estudio criminalístico de forma genérica, atendiendo a lo que visualiza en la imagen.**

En la Figura 5 se observa el fenómeno conocido como manchas escleróticas o signo de Sommer-Larcher, un fenómeno cadavérico temprano. Este se produce debido al colapso de la circulación sanguínea tras la muerte y la deshidratación del globo ocular, lo que da lugar a la formación de manchas de color marrón oscuro en la esclerótica (Saukko & Knight, 2004). Este fenómeno:

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.

- Ayuda a determinar el intervalo postmortem.

- Puede aportar información sobre el ambiente donde se encuentra el cadáver (calor, deshidratación).

- Es útil en cadáveres recientes donde otros signos cadavéricos pueden ser poco visibles.

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

- **Inicio del fenómeno:** Estas manchas comienzan a aparecer entre las 2 y 4 horas tras la muerte debido a la deshidratación del globo ocular.

- **Formación completa:** Se consolidan completamente a las 12 horas del fallecimiento.

Evolución general: Se presentan inicialmente como una coloración ligera en la esclerótica, que se torna marrón oscuro con el tiempo. La velocidad de formación aumenta en ambientes cálidos y secos debido a la rápida pérdida de agua en los tejidos.

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.

Cálculo de la data de la muerte para el caso en la imagen: Las manchas visibles en la imagen están bien definidas, lo que indica que han transcurrido al menos de 8 a 10 horas desde el momento de la muerte.

3. **¿Cómo y cuándo debe el perito que realiza la investigación valorar este proceso? ¿Cómo debería de proceder en su exploración? (comente cómo lo harían).**

El perito debe valorar este fenómeno durante el levantamiento del cadáver en la fase de Documentar y Evaluar el Cadáver.

Procedimientos clave:

- **Inspección visual:** Examinar ambos ojos para identificar las manchas escleróticas y documentar su tamaño y coloración.
- **Registro fotográfico:** Capturar imágenes detalladas de los ojos en su estado original.
- **Condiciones ambientales:** Registrar la temperatura y humedad del lugar para analizar cómo pudieron influir en la formación de este fenómeno.

Exploración propuesta: Examinaría cuidadosamente ambos ojos con una lupa para evaluar la intensidad y extensión de las manchas. Además, se registraría las características ambientales del lugar del hallazgo, teniendo en cuenta que este signo en conjunto con el estudio de otros más ayuda en el cálculo de la data de la muerte, siendo uno de los fenómenos de deshidratación cadavérica, como se analizará en la siguiente pregunta.

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

4. **En algunos casos, ciertos fenómenos cadavéricos pueden proporcionar otro tipo de información de utilidad en la investigación de una muerte violenta o permiten realizar ciertos tipos de análisis complementarios. Si es el caso de la imagen que está analizando, coméntelo de forma razonada.**

   En este caso, las manchas escleróticas pueden aportar:

- **Estimación del intervalo postmortem:** Ayudan a calcular el tiempo transcurrido desde la muerte en casos donde otros fenómenos cadavéricos son difíciles de valorar.
- **Análisis del ambiente:** La intensidad y velocidad de aparición del fenómeno pueden reflejar el nivel de deshidratación ambiental, indicando si el cuerpo estuvo expuesto a condiciones calurosas o secas.
- **Complementar estudios:** Este fenómeno puede combinarse con otros signos cadavéricos (livideces, rigidez) para obtener una cronotanatodiagnosis más precisa.

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.

2.3. Estudio Lesional en Casos de Muertes Violentas

2.3.1. Planteamiento del caso.

Identificar correctamente los tipos de lesiones que aparecen en las imágenes aportadas y responder a las preguntas formuladas para cada uno de los casos.

Figura 6

Imagen 1 del trabajo "Entregable 2 – Medicina Legal y Análisis Estadístico"

1. **Realice una descripción formal de la lesión que ve en la imagen (todavía sin mencionar que tipo de lesión cree que es), comentando dentro de lo posible, donde se encuentra localizada, su color, forma disposición, medida aproximada, estado de los bordes… así como cualquier otro dato de interés que piense pueda ayudar a caracterizarla.**

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.

En la figura se percibe una herida ubicada en la región frontal del cráneo, con un agujero de ingreso provocado por un proyectil (munición simple) de manera directa, en forma de tatuaje, que está constituido de tres componentes como la quemadura, la incrustación de los granos de pólvora no quemados y el depósito negro de humo de la pólvora que enmascara el resto del tatuaje, el cual está bien definido.

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

La figura corresponde a un agujero de acceso provocado por una herida causada por un arma de fuego, en base a lo que se observa se evidencia que fue realizada por un arma corta, posiblemente causada por el disparo realizado por una pistola automática o semiautomática; esto se puede establecer debido a las características del tatuaje. Lesión denominada “Herida en Boca de Mina de Hoffman” que, en el presente caso, al ser producida en la cabeza crea una lesión característica en forma de estrella.

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

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

La herida que se observa está relacionada directamente con la causa de la muerte, encasillándose en lo que corresponde a una muerte violenta de tipo homicida en virtud de que se evidencia una equimosis figurada que es la que ayudará en la identificación del arma.

Figura 7

Imagen 2 del trabajo "Entregable 2 – Medicina Legal y Análisis Estadístico"

1. **Realice una descripción formal de la lesión que ve en la imagen (todavía sin mencionar que tipo de lesión cree que es), comentando dentro de lo posible, donde se encuentra localizada, su color, forma disposición, medida aproximada, estado de los bordes… así como cualquier otro dato de interés que piense pueda ayudar a caracterizarla.**

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.

En la figura 7 se encuentra una herida específicamente en el dorso anterior derecho de forma oval, además que se puede señalar que es profunda, el testigo métrico indica que tiene una longitud de 2 cm, con un ángulo entre 0 a 90, no se lo precisa como un ángulo recto, sus bordes regulares y limpios, de color rojizo con presencia de coágulos pequeños, que indicaría que la lesión ya tiene algunas horas de haber ocurrido, estimando así una lesión grave que llevó posiblemente a la muerte del individuo, se puede deducir que por las características de la herida es por un objeto corto punzante que se determinarán con estudios posteriores.

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

Precisamente al ser una lesión de forma oval se puede mencionar que se trataría de una lesión por arma blanca, específicamente punzocortante por sus bordes que indicarían al momento de accionar el arma en este caso un objeto corto punzante el cual pudo ser un cuchillo que ocasiono la lesión precisamente por la espalda, además de que la lesión refleja los coágulos que se forman al momento de la salida del arma blanca luego de romper tejido.

El agente vulnerante posee rasgos cortantes y punzantes, lo que provoca la lesión seccionando los tejidos de piel, la herida presenta bordes nítidos, uno angulado y otro redondo, cuya longitud se determina de acuerdo con la anchura de la hoja (Calabuig, 2014).

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.

Para ser más específicos, una herida inciso punzante son producidas por instrumentos cuya acción es la resultante de la combinación de la punta y el filo (navajas, cuchillos con punta). El mecanismo de acción es doble, primero actúa la punta que sobrepasa la capacidad elástica de la piel separando estructuras y luego actúa el filo dilacerando los tejidos afectados, dependerá significativamente el número de filos del instrumento para determinar la herida que se produjo en el caso señalado identificaríamos que es un arma blanca que produjo la herida con un filo cortante que indicaría ser un cuchillo mono cortante como se lo señala previamente (Martínez-García et al., 2010).

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

La lesión presente es indudablemente la causa principal de la muerte del individuo y se puede recalcar que se trata de una muerte violenta producida por un arma blanca, punzocortante o corto punzante, en un intento de homicidio hacia el individuo, no se podrían indicar más datos, pero si destacar la lesión que acabó con la vida del sujeto, que comprometió órganos importantes, en este caso posiblemente el pulmón por la región en la que se encuentra.

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.

Figura 8

Imagen 3 del trabajo "Entregable 2 – Medicina Legal y Análisis Estadístico"

1. **Realice una descripción formal de la lesión que ve en la imagen (todavía sin mencionar que tipo de lesión cree que es), comentando dentro de lo posible, donde se encuentra localizada, su color, forma disposición, medida aproximada, estado de los bordes… así como cualquier otro dato de interés que piense pueda ayudar a caracterizarla.**

Según lo que se observa en la figura 8, las lesiones están ubicadas en la pierna derecha del sujeto, específicamente en la zona de la rodilla, se identifican 4 heridas de diferentes dimensiones donde la más grande tiene un tamaño aproximado de la yema de un dedo meñique de una persona adulta, lo que sugiere un impacto considerable. La herida más pequeña aproximadamente mide 1/7 parte de la herida más grande, lo que indica un impacto menos

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.

severo y por último, las otras dos tienen una medida aproximado de 1/3 de la yema del dedo meñique mencionado, lo que sugiere que son intermedias en términos de gravedad y tamaño.

Todas estas presentan una coloración roja oscura, lo que indica un daño reciente en los vasos sanguíneos y sugiere la presencia de hemorragia. Tienen bordes redondeados lo que indica un mecanismo contuso donde el tejido ha sido dañado sin una penetración significativa; se observan también hematomas circundantes alrededor de estas heridas, lo que indica una acumulación se sangre en el tejido blando (Lucena Romero, 1997).

La presencia de una coloración oscura y la falta de sangrado activo sugieren que las lesiones se encontraban en una **fase de curación avanzada** en el momento de la muerte.

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

Las lesiones presentan bordes redondeados y una coloración roja oscura lo que es típico en contusiones, la irregularidad en la forma y la presencia de hematomas alrededor de estas refuerzan esta clasificación. Además, que la variabilidad en el tamaño de las heridas sugiere diferentes grados de impacto, lo que es común en lesiones contusas donde un objeto ha golpeado la dermis con diferentes intensidades. Por último, que estas heridas se encuentren ubicadas en la pierna, específicamente en la rodilla, es relevante ya que es una zona susceptible a impactos ya sean por caídas o golpes directos (Hernández Santiago et al., 2021).

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.

Las lesiones se pueden haber producido por diversos tipos de instrumentos o mecanismos contundentes tales como una porra, un martillo, es decir, por objetos que son típicamente romos; sin embargo, estas lesiones también pueden ser resultado de un accidente, como una caída o un golpe contra una superficie dura como el suelo o algún mueble, lo que podría explicar la variedad en el tamaño y la forma. Si se tiene en cuenta una agresión física, los golpes directos con las manos o algún objeto contundente son comunes y pueden resultar en el tipo de lesión observada en la imagen (Aso Escario, 2021).

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

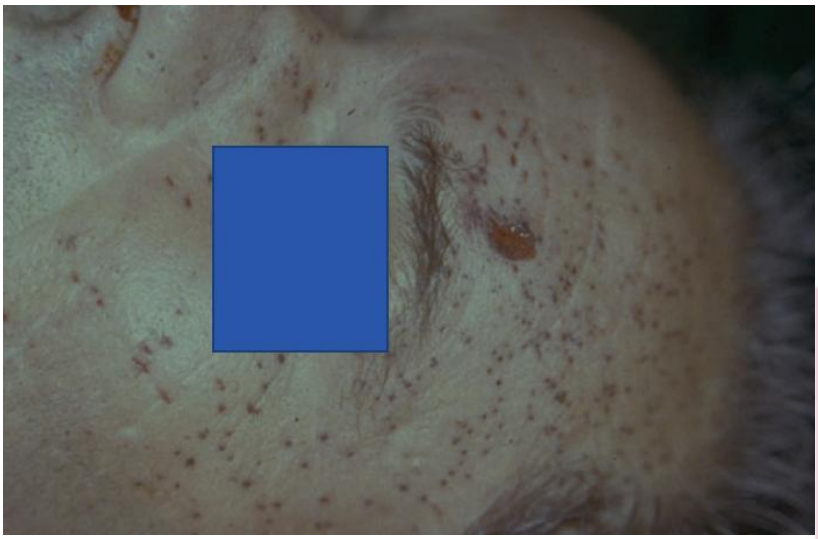
Las lesiones observadas en la imagen no están relacionadas con la causa de la muerte, ya que presentan características de estar en una fase de curación avanzada. Esto indica que ocurrieron días antes de la muerte y, por tanto, no son contemporáneas al fallecimiento. Además, las lesiones son superficiales y no afectan órganos vitales ni estructuras críticas, lo que descarta que hayan contribuido directamente a la muerte.

Al no conocer u observar mayores detalles del cuerpo del sujeto ni conocer otros factores contextuales tampoco puedo afirmar que se trate de una muerte violenta de etiología accidental, homicida o suicida, lo que se clasificaría como indeterminada solo observando las heridas en esta imagen.

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.

Figura 9

Imagen 4 del trabajo "Entregable 2 – Medicina Legal y Análisis Estadístico"



1. **Realice una descripción formal de la lesión que ve en la imagen (todavía sin mencionar que tipo de lesión cree que es), comentando dentro de lo posible, donde se encuentra localizada, su color, forma disposición, medida aproximada, estado de los bordes… así como cualquier otro dato de interés que piense pueda ayudar a caracterizarla.**

En la imagen se observa una lesión de forma estrellada localizada en la región periocular derecha. Esta lesión presenta bordes irregulares, zonas de ennegrecimiento periférico (tatuaje o quemadura), y una distribución radial que indica la presencia de gases de alta presión expulsados durante el disparo. Estas características son típicas de una lesión por orificio de entrada producido por arma de fuego a corta distancia.

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.

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

– Tipo de lesión: La lesión corresponde a un orificio de entrada por proyectil de arma de fuego, caracterizado por el patrón estrellado y la presencia de tatuaje de pólvora debido al contacto de gases calientes.

– Tipo de munición: Munición de proyectil único, asociada a armas de fuego cortas. El tamaño de la lesión sugiere un calibre pequeño o mediano, común en contextos urbanos.

– Distancia del disparo: Basándose en los signos presentes (tatuaje de pólvora, quemaduras y patrón estrellado), se concluye que el disparo fue realizado a distancia corta, probablemente menor a 50 cm.

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

– **Causa de muerte***:* La lesión tiene características de alta letalidad, ya que su ubicación en la región craneofacial sugiere un impacto que podría haber comprometido estructuras vitales del sistema nervioso central.

– **Etiología***:* La naturaleza de la lesión, junto con el contexto, indica que la etiología más

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.

probable es homicida, aunque esto debe confirmarse con una inspección detallada de la escena del crimen y los elementos balísticos asociados.

Consideraciones adicionales:

Exploración complementaria: Realizar una tomografía computarizada para analizar la trayectoria del proyectil. Examinar residuos de pólvora en las manos del cadáver para descartar un disparo auto infligido. Determinar si existe un orificio de salida o si el proyectil permanece alojado en el cuerpo.

Elementos contextuales: Inspeccionar el lugar del hallazgo para identificar evidencia balística adicional, como casquillos o el arma utilizada.

La lesión observada en la imagen corresponde a un orificio de entrada por arma de fuego producido por un disparo a corta distancia. La presencia de tatuaje de pólvora y el patrón estrellado respaldan esta conclusión. La etiología más probable es homicida, considerando la localización de la lesión y la falta de evidencia de autolesión. Se recomienda complementar el análisis con estudios balísticos y toxicológicos, así como una evaluación exhaustiva de la escena del crimen para confirmar las conclusiones presentadas.

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.

Figura 10

Imagen 5 del trabajo "Entregable 2 – Medicina Legal y Análisis Estadístico"

1. **Realice una descripción formal de la lesión que ve en la imagen (todavía sin mencionar que tipo de lesión cree que es), comentando dentro de lo posible, donde se encuentra localizada, su color, forma disposición, medida aproximada, estado de los bordes… así como cualquier otro dato de interés que piense pueda ayudar a caracterizarla.**

Como se puede visualizar en la imagen, existen lesiones que se encuentran ubicadas en la parte de la muñeca y subiendo al antebrazo, se tienen cortes de diferentes medidas, como por ejemplo los más grandes llegan a medir unos 4cm y los más pequeños llegan a medir 2 o 3cm, los bordes de las heridas se encuentran separados, su coloración es roja con negro, evidenciando

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

la coagulación en las heridas, además se pueden observar que existe un rompimiento y perforación en el tejido así evidenciando el ancho de la hoja del arma.

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

   La lesión que se observa corresponde a una realizada por arma blanca de tipo incisa, por sus cortes limpios que usualmente no causan heridas mortales ya que esta se define cuando la superficie cutánea es más larga que profunda. Un agente cortante es un agente vulnerante que lesiona seccionando y formando bordes limpios en piel y planos subyacentes por presión o por deslizamiento (Montiel Sosa, 1985).

Se debe tomar en cuenta que este tipo de lesiones se producen por mecanismo de presión o presión – deslizamiento por medio de un instrumento u objeto que posea un filo como un cuchillo u hojas de cuchilla.

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

En conclusión, con todo lo aportado anteriormente, se trata de una muerte violenta de etimología suicida, se debe recordar que este tipo de lesiones o también llamadas lesiones de

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.

tanteo, que en este caso se encuentran en las muñecas, suelen ser generalmente múltiples y paralelas como se observa en la imagen.

> Si bien la autolesión puede generar una breve sensación de calma y aliviar la tensión física y emocional, después suele ocasionar culpa y vergüenza, y las emociones dolorosas tienden a regresar. Las personas no suelen provocarse lesiones mortales, pero pueden ocurrir autolesiones más graves que, incluso, pongan en riesgo la vida (Mayo Clinic, 2024).

Por lo tanto, las lesiones que se tiene la oportunidad de estudiar en esta imagen claramente no son la causa de muerte, pero pueden llevar a heridas mucho más graves y que puedan producirla.

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.

2.4. Autopsia Judicial: Resolución de un Caso

2.4.1. Planteamiento del caso.

1. **¿Qué tipo de mecanismo de muerte de los vistos en la asignatura se ejemplifica en las imágenes? Comente y clasifique según lo visto en el tema este tipo de fallecimiento de forma justificada.**

   Según los datos disponibles, el cuerpo fue hallado en una celda individual dentro de un centro penitenciario, donde se observa que el área era destinada para descanso, no se visualizan signos de agresión tanto en el sujeto como dentro de la escena ni otro tipo de indicio. El sujeto presenta signos cadavéricos en fase inicial. Entre los hallazgos destacan la rigidez cadavérica parcial, livideces no fijas, una temperatura rectal de 34,1°C, y Fenómeno de Sommer-Larcher que comienza a formarse levemente en el epicanto externo ocular que consiste en el oscurecimiento de parte de la esclerótica en el cadáver reciente, el cual, pese a que no es constante en todos los cadáveres, se ha manifestado en el presente caso (QUIMICA.ES, s. f.)

   En el contexto penitenciario, la hipótesis más probable es una ahorcadura incompleta y simétrica, la cual está asociada frecuentemente a casos de suicidio, siendo una de las formas más recurrentes de muerte en estos entornos. Para poder establecer que la ahorcadura es incompleta y simétrica se debe saber que existen 2 tipos de ahorcaduras, la completa y la incompleta; en el presente caso, se observa, que es una ahorcadura

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.

incompleta debido a que existe un punto en el que parte del cuerpo se apoya con el suelo, si fuese completa, el cuerpo estaría totalmente suspendido, lo cual no ocurre en el presente caso ya que se le ha encontrado al sujeto de rodillas en el suelo de la escena; se establece que es simétrica debido a que el nudo se encuentra situado en posición media suboccipital (Ruiz-Tagle Fernández, 2021).

2. **Realice una breve propuesta de cómo realizar la fase de levantamiento del cadáver en este caso, de forma organizada por fases, comentando que datos recogería en cada una de ellas atendiendo a las imágenes suministradas.**

El levantamiento del cadáver debe seguir un procedimiento sistemático para garantizar la correcta preservación de la evidencia. Se propone el siguiente protocolo y cumpliendo con 3 fases importantes para garantizar el trabajo correcto del encargado forense:

Fase de aproximación: Inspección del lugar de los hechos.

- Registro fotográfico y videográfico de la escena para documentar la posición del cuerpo y su entorno, en el cual se logra observar que es una celda, la cual cuenta con un armario donde se encontró al cadáver colgado tratándose precisamente de una colgadura incompleta.
- Evaluación de la disposición de objetos en la escena y búsqueda de indicios de manipulación o violencia previa, los cuales no señalan que hubiera violencia que desencadeno en la muerte, más bien se inclina por un suicidio por los objetos encontrados

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.

y en el lugar en que se presenta, teniendo en cuenta que las cárceles son uno de los sitios donde existe un mayor número de suicidios.

- Identificación de posibles lesiones previas o signos de autolesión, los cuales son evidentes refiriéndose a un suicidio, aunque no se amplía a detalle si la persona contaba con algún antecedente psiquiátrico (Markez et al., 2022).

Primera evaluación de la escena: Evaluación de los signos cadavéricos.

- Análisis de las livideces, rigidez cadavérica y temperatura corporal.
- El cadáver se encontraba colgado como se mencionó, de modo incompleto cerca de la puerta de un armario, precisamente en su celda.
- Temperatura ambiente: 16,2º.
- Temperatura rectal: 34, 1º.
- Rigidez: en fase de instauración a nivel de cuello y mandíbula. MMSS y MMII sin rigidez establecida.
- Livideces: en planos declives compatibles con posición, que casi confluyen completamente y no son fijas, se pueden observar en los brazos de un color rojizo en el cadáver.
- Inspección ocular en busca de fenómenos asociados a la asfixia mecánica, como petequias conjuntivales (Peña et al., 2019).

Examen del cadáver: Recolección de evidencia.

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.

- Obtención de muestras biológicas para estudios toxicológicos y genéticos, se deberá tomar una muestra de sangre para su respectivo análisis toxicológico ante la presencia de drogas o alcohol en sangre.
- Examen del material utilizado en la posible asfixia (cuerda, tela u otro elemento), en este caso se debe analizar el cordón que se halló en el cuello del cadáver.
- Recogida de prendas de vestir y objetos cercanos al cuerpo, en este caso se encontró su vestimenta la cual fue: Camiseta color gris, pantaloneta color blanco y se señalar el tatuaje que poseía el individuo una especie de crucifijo.

Levantamiento y traslado del cadáver:

- Registro de la posición final del cuerpo antes del traslado.
- Transporte adecuado al Instituto de Medicina Legal para la práctica de la autopsia.

3. **Uno de los puntos más importantes ante este tipo de fallecimientos es la correcta descripción de las lesiones durante la fase del examen externo. A partir de las imágenes ya dadas y las proporcionadas a continuación, describa las lesiones que objetiva, sin olvidar ningún parámetro, según lo visto en el tema.**

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.

Figura 11

Planimetría forense 1

Figura 12

Planimetría forense 2

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

Figura 13

Planimetría forense 3 marca en el cadáver

Figura 14

Planimetría forense 4 testigo métrico

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.

En base a las imágenes observadas, se trata de una muerte violenta por ahorcadura, definida como una asfixia mecánica provocada por la compresión extrínseca del cuello debido al propio peso del cuerpo (Mejia Rodríguez & Mejía Rodríguez, 2017). En este caso, la ahorcadura es incompleta, ya que las rodillas están apoyadas en el suelo, lo que indica que el cuerpo no está completamente suspendido. Además, el nudo se encuentra en la región cervical de manera simétrica, específicamente en la parte suboccipital.

La lesión más representativa es el surco cervical, el cual se presenta como una depresión longitudinal en la piel del cuello. Su dirección es oblicua y ascendente hacia el nudo, lo que indica la trayectoria de la presión ejercida. La profundidad del surco es variable, siendo más marcada en la zona opuesta al nudo, donde la presión es máxima. Asimismo, se trata de un surco discontinuo, ya que se interrumpe en el área del nudo, lo que es característico en casos de ahorcadura. Su ubicación es supra tiroidea, es decir, por encima del cartílago tiroides (Ruiz-Tagle Fernández, 2021).

El objeto utilizado presenta una delgadez de aproximadamente 5 milímetros, lo que ha generado un surco estrecho y bien demarcado, sin excoriaciones secundarias (Rojo González, 2011). La trama del cordón ha dejado marcas lineales paralelas en el surco debido a su estructura trenzada (Sánchez Ugena & Ibañéz Bernáldem, 2023).

Además del surco, se observan petequias manifestadas como pequeñas hemorragias puntiformes. Estas son consecuencia del aumento de la presión venosa derivado de la obstrucción del flujo sanguíneo causada por el lazo alrededor del cuello. La presencia de

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.

petequias es un hallazgo común en muertes por asfixia mecánica y refuerza la hipótesis de una muerte por ahorcadura (Ruiz-Tagle Fernández, 2021).

Durante el examen externo, no se identifican lesiones defensivas ni signos de lucha, lo que respalda la hipótesis de una autolesión voluntaria. La ausencia de estos indicios sugiere que la persona no intentó resistirse o defenderse, lo cual es típico en casos de ahorcadura suicida

1. **La última parte de todo informe de autopsias es la redacción de las conclusiones médico-forenses. Con ayuda de los datos ya suministrados dictamine cuál es el origen de la causa y la etiología de este fallecimiento, la causa de la muerte y la data (usando también el normograma de Henssge que se encuentra a continuación, según lo visto en las sesiones síncronas).**

Para establecer la data de la muerte con mayor precisión, se utilizó el normograma de Henssge, una herramienta ampliamente aceptada en el ámbito forense para estimar el intervalo postmortem en función de la temperatura del cadáver y las condiciones ambientales (Henssge & Madea, 2004).

El normograma de Henssge se basa en la disipación térmica del cuerpo después de la muerte y se complementa con un factor de corrección según el medio en que se encuentre el cadáver (Henssge & Madea, 2004). En este caso, Para estimar la data de la muerte se utilizó el normograma de Henssge, el cual considera la temperatura rectal del cadáver, las condiciones ambientales y el peso del cuerpo. La temperatura rectal registrada en el momento del hallazgo

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.

fue de 34,1°C, la temperatura ambiental de la celda fue de 23°C y el peso estimado del cadáver fue de 70 kg.

Cálculo en el normograma:

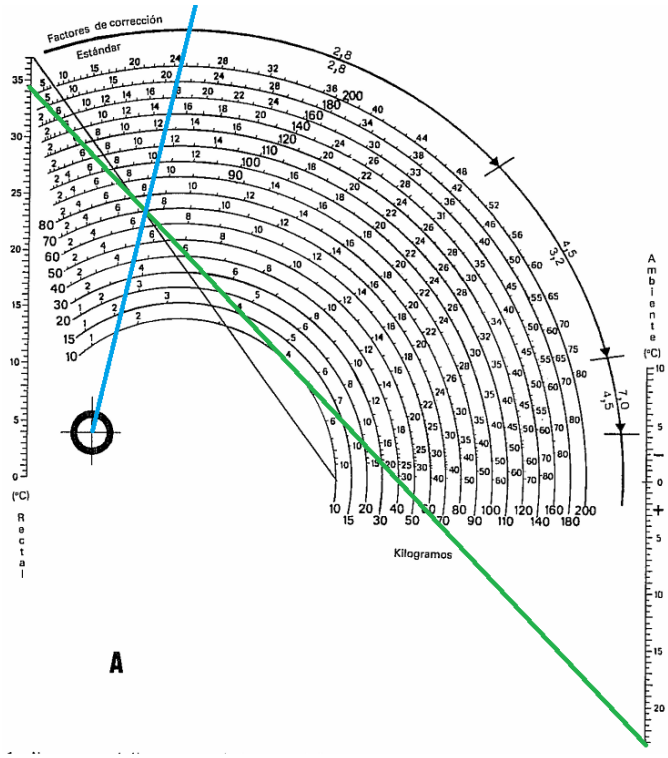
- Se trazó una línea desde la temperatura rectal registrada (34,1°C) hasta la temperatura ambiental (23°C).
- La intersección de esta línea con la curva correspondiente al peso del cadáver (70 kg) permitió estimar un intervalo postmortem de 3 a 6 horas.
- Se tomó en cuenta un factor de corrección adicional, ya que el cuerpo se encontraba en una celda con temperatura controlada.

Basándose en la hora de levantamiento del cadáver registrada a las 09:00 a.m., se estimó que el fallecimiento ocurrió entre las 03:00 a.m. y 06:00 a.m. del mismo día. Este rango temporal proporciona un marco claro para el análisis de los eventos previos a la muerte.

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.

Figura 15

Normograma de Henssge



Fuente: Burkhard Madea, Forensic Science Medicine and Pathology, 2016.

Conclusión médico-forense:

- Identificación del cadáver: Juan López, varón de 30 años, identificado a través de registros penitenciarios.
- Origen y etiología medicolegal de la muerte: Se trata de una muerte violenta de origen suicida.
- Causa de la muerte: Asfixia mecánica por ahorcadura incompleta.

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

Capítulo 3. Audio y video forense

3.1. Introducción

En este capítulo dentro del presente se reúne el análisis y aplicación de técnicas forenses en audio y video, mismos que son fundamentales en la criminalística; a través del estudio de herramientas especializadas que se utilizan al momento de evaluar la autenticidad, posible manipulación e integridad de archivos multimedia, lo cual permite su uso como evidencia dentro de procesos judiciales. En el presente trabajo de investigación también se menciona sobre la importancia del peritaje técnico en el esclarecimiento de hechos delictivos.

3.2. Aplicación de la realización y edición de video en la investigación criminal. Métodos de autenticación y verificación de video.

3.2.1. Planteamiento del caso.

1. **En el Desarrollo del trabajo de investigación relacionado con las "Aplicaciones de la realización y edición de video en la investigación criminal". Se deberá de investigar cómo se utilizan las técnicas de realización y edición de video para analizar y procesar evidencia de video en casos criminales. Se podrían incluir el análisis de grabaciones de vigilancia, videos de cámaras corporales de la policía, videos de teléfonos móviles, etc.**

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 análisis de video forense implica procesos complejos que requieren el uso de herramientas avanzadas y experiencia profesional, por lo que cada técnica aplicada es crucial para garantizar que la evidencia sea válida, admisible y precisa.

Análisis de Metadatos. Los Metadatos son muy importantes dentro de la investigación criminal ya que estos datos pueden proporcionar información valiosa sobre la manipulación e historial del documento a analizar. Evalúa detalles como fecha, ubicación y equipo utilizado, verificando su autenticidad mediante el examen de datos incrustados en los archivos. Estos datos incluyen coordenadas GPS, marca de tiempo y modelo de dispositivo, lo cual es esencial para detectar modificaciones y asegurar la validez del material (Xiang et al., 2022).

Sincronización de audio y video, garantiza que el sonido coincida exactamente con las imágenes a través del análisis de espectrogramas, lo cual es vital para confirmar la secuencia de eventos en una grabación. Esta técnica permite detectar ediciones o desajustes, asegurando que la evidencia audiovisual sea confiable (J. M. González, 2019).

Detección de manipulaciones, examina histogramas, niveles de compresión y metadatos ocultos para identificar ediciones fraudulentas. Se analizan cambios de brillo, fluctuaciones de calidad y alteraciones en la secuencia original, lo que facilita descubrir manipulaciones no evidentes (Martínez & López, 2020).

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.

Reducción de ruido, aplica filtrado adaptativo y algoritmos avanzados como la Transformada Wavelet para eliminar interferencias visuales. Esta técnica mejora la calidad de imágenes en entornos de baja iluminación, permitiendo identificar detalles como rostros o matrículas con mayor precisión (Smith, 2018).

Estabilización de Video, corrige vibraciones y movimientos bruscos mediante algoritmos de interpolación de movimiento, asegurando una visualización fluida y estable. Esto facilita la observación de detalles críticos en grabaciones tomadas en movimiento o condiciones inestables (Lee & Kim, 2017).

Mejora de Imágenes, incrementa la resolución y optimiza detalles cromáticos usando algoritmos avanzados de interpolación y aprendizaje profundo, lo que permite visualizar elementos pequeños o poco definidos, como huellas, armas o rostros, con mayor claridad (García, 2021).

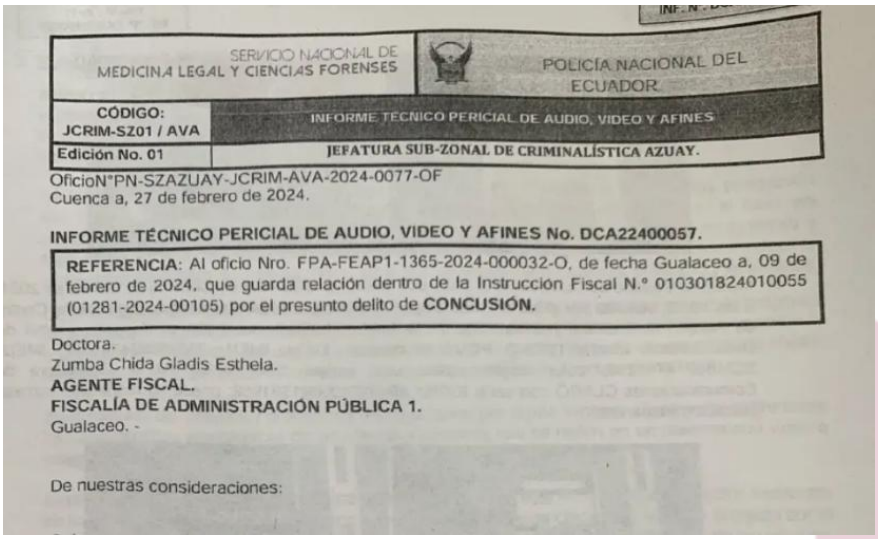
Interpolación de Fotogramas, genera fotogramas intermedios mediante el análisis de vectores de movimiento, proporcionando una visualización más fluida de eventos que ocurren rápidamente, como accidentes o delitos, lo que facilita el análisis forense (Schindler et al., 2020).

1.1. Se deberá de investigar un CASO REAL y documentarlo gráficamente (pantallazo o enlace a la noticia) donde se pueda apreciar la aplicación de las técnicas mencionadas anteriormente.

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.

Figura 16

Informe Técnico Pericial de Audio, Video y Afines



SERVICIO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES

POLICÍA NACIONAL DEL ECUADOR

CÓDIGO: JCRIM-SZ01 / AVA	INFORME TECNICO PERICIAL DE AUDIO, VIDEO Y AFINES
Edición No. 01	JEFATURA SUB-ZONAL DE CRIMINALÍSTICA AZUAY.

OficioN°PN-SZAZUAY-JCRIM-AVA-2024-0077-OF
Cuenca a, 27 de febrero de 2024.

INFORME TÉCNICO PERICIAL DE AUDIO, VIDEO Y AFINES No. DCA22400057.

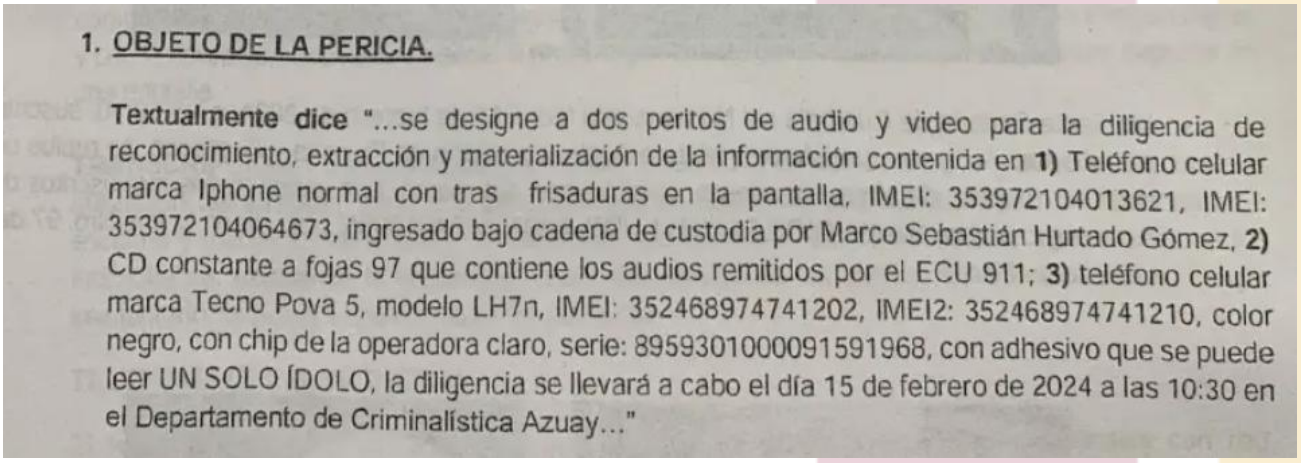
REFERENCIA: Al oficio Nro. FPA-FEAP1-1365-2024-000032-O, de fecha Gualaceo a, 09 de febrero de 2024, que guarda relación dentro de la Instrucción Fiscal N.° 010301824010055 (01281-2024-00105) por el presunto delito de **CONCUSIÓN.**

Doctora.
Zumba Chida Gladis Esthela.
AGENTE FISCAL.
FISCALÍA DE ADMINISTRACIÓN PÚBLICA 1.
Gualaceo. -

De nuestras consideraciones:

Figura 17

Objeto de la Pericia del Informe



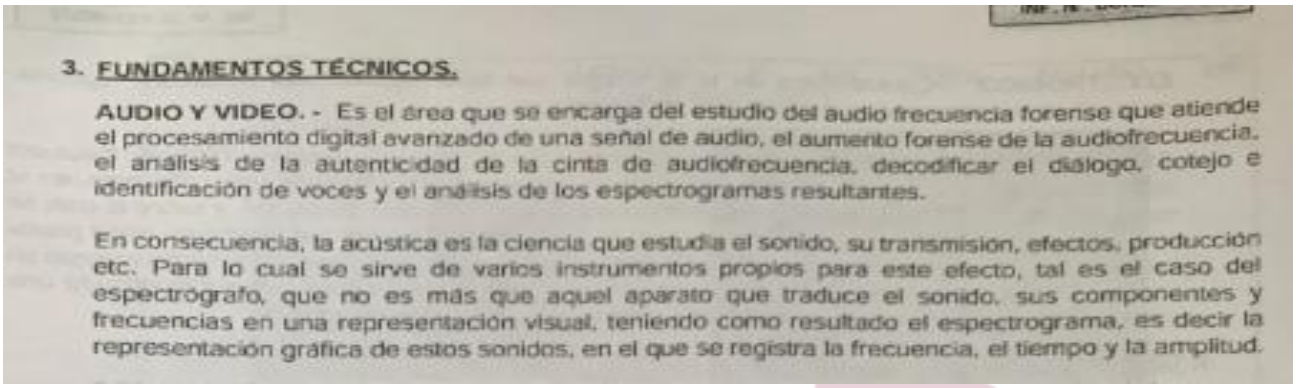
1. OBJETO DE LA PERICIA.

Textualmente dice "...se designe a dos peritos de audio y video para la diligencia de reconocimiento, extracción y materialización de la información contenida en **1)** Teléfono celular marca Iphone normal con tras frisaduras en la pantalla, IMEI: 353972104013621, IMEI: 353972104064673, ingresado bajo cadena de custodia por Marco Sebastián Hurtado Gómez, **2)** CD constante a fojas 97 que contiene los audios remitidos por el ECU 911; **3)** teléfono celular marca Tecno Pova 5, modelo LH7n, IMEI: 352468974741202, IMEI2: 352468974741210, color negro, con chip de la operadora claro, serie: 8959301000091591968, con adhesivo que se puede leer UN SOLO ÍDOLO, la diligencia se llevará a cabo el día 15 de febrero de 2024 a las 10:30 en el Departamento de Criminalística Azuay..."

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.

Figura 18

Informe sobre los Fundamentos Técnicos



3. FUNDAMENTOS TÉCNICOS.

AUDIO Y VIDEO. - Es el área que se encarga del estudio del audio frecuencia forense que atiende el procesamiento digital avanzado de una señal de audio, el aumento forense de la audiofrecuencia, el análisis de la autenticidad de la cinta de audiofrecuencia, decodificar el diálogo, cotejo e identificación de voces y el análisis de los espectrogramas resultantes.

En consecuencia, la acústica es la ciencia que estudia el sonido, su transmisión, efectos, producción etc. Para lo cual se sirve de varios instrumentos propios para este efecto, tal es el caso del espectrógrafo, que no es más que aquel aparato que traduce el sonido, sus componentes y frecuencias en una representación visual, teniendo como resultado el espectrograma, es decir la representación gráfica de estos sonidos, en el que se registra la frecuencia, el tiempo y la amplitud.

En el presente caso señalado se detalla un informe pericial en el cual se intenta comprobar un delito de concusión en la provincia del Azuay Ecuador (El delito de concusión es un delito de corrupción que se comete cuando un funcionario público abusa de su cargo para obtener un beneficio económico).

Mediante cadena de custodia se designa la pericia de audio y video de dos teléfonos celulares y un CD, es a través de un espectrógrafo que se traduce el sonido, sus componentes y frecuencias en una representación visual ya que es por ahí donde se obtendrá el espectrograma en el cual se representa la frecuencia, el tiempo y la amplitud.

En el informe pericial se detallan las técnicas utilizadas, tanto en audio como en video con el fin de esclarecer este hecho delictivo, basándose principalmente en el estudio de aparatos electrónicos bajo cadena de custodia. Una técnica utilizada es el análisis de espectrogramas

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.

resultantes, de manera que el espectrograma es una herramienta fundamental en el estudio de la comunicación acústica (Sueur et al., 2008).

2. **En el desarrollo del trabajo de investigación relacionado con las "Métodos de autenticación y verificación de video". Se deberá de citar brevemente las técnicas utilizadas para autenticar y verificar la integridad de los videos utilizados como evidencia en casos judiciales. Esto podría incluir el análisis de metadatos, técnicas de análisis forense de video y herramientas de software utilizadas en el proceso.**

A medida que las tecnologías de video vigilancia evolucionan, también lo hacen las técnicas para analizar y autenticar los videos capturados. A continuación, se explora cómo se realiza el análisis forense de videos de seguridad, las técnicas y herramientas utilizadas, y por qué es crucial que este proceso sea llevado a cabo por expertos certificados para garantizar resultados precisos y confiables (ProtecZone, 2024)

FTK Imager, un software que permite crear imágenes forenses de discos duros y otros dispositivos de almacenamiento, incluyendo DVR; su capacidad para generar imágenes exactas y verificar su integridad mediante hashes garantiza que la evidencia no sea alterada durante el proceso de análisis. Ofrece funciones avanzadas de visualización de datos, permitiendo examinar archivos y carpetas sin modificar el contenido original (Caballero Quezada, 2017).

ExifTool es una herramienta para el análisis de metadatos en grabaciones de vídeo; los metadatos proporcionan información crucial sobre la creación y modificación de archivos, lo que

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.

puede ser vital para verificar la autenticidad de las grabaciones de DVR. Por lo que esta herramienta permite a los peritos extraer y analizar estos metadatos, proporcionando una capa adicional de verificación en el proceso de peritaje (Díaz, 2024).

Amped FIVE es una plataforma que ofrece más de 100 filtros y herramientas diferentes para mejorar la calidad del video, realizar análisis cuadro por cuadro, y generar informes detallados que pueden ser utilizados en procedimientos legales. Tiene la capacidad de mejorar significativamente la visibilidad en videos de baja calidad, permitiendo a los analistas revelar detalles cruciales, como características faciales o matrículas de vehículos (ProtecZone, 2024).

Cognitech Video Investigator es una herramienta que se especializa en la corrección geométrica de videos, la estabilización avanzada de imágenes, y la reconstrucción de escenas 3D a partir de videos bidimensionales, siendo útil en casos donde los videos son tomados desde ángulos difíciles o con movimientos bruscos. Además, permite realizar comparaciones de objetos y personas en diferentes escenas, facilitando así la identificación de sospechosos o vehículos (ProtecZone, 2024).

2.1. Se deberá de elegir una herramienta o software utilizado y explicar sus principales funcionalidades.

FFmpeg es un potente paquete de software de código abierto que consta de bibliotecas y herramientas diseñadas para gestionar archivos multimedia, incluidos vídeo, audio e imágenes.

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.

Se utiliza ampliamente en la producción y transmisión de medios digitales, así como en aplicaciones de edición, transcodificador y transmisión de vídeo.

FFmpeg no solo admite una amplia gama de formatos multimedia, sino que también ofrece capacidades únicas, como la extracción de audio y de archivos de vídeo, la adición de marcas de agua y la generación de miniaturas de vídeo. Estas características lo hacen indispensable para los desarrolladores que manejan flujos de trabajo multimedia, ya sea para dispositivos web, aplicaciones de transmisión o proyectos multimedia.

FFmpeg es una herramienta de línea de comandos que está disponible para muchas plataformas, incluidas Windows, macOS y Linux. Proporciona un amplio conjunto de funciones que otorgan a los usuarios un amplia gama de tareas, desde operaciones básicas, como la conversión de formatos de video y audio hasta operaciones avanzadas, como la edición y la aplicación de filtros. La flexibilidad y versatilidad de FFmpeg lo convierten en una herramienta esencial para cualquiera que trabaje con archivos multimedia.

Como proyecto de código abierto, FFmpeg se desarrolla y mejora continuamente por una comunidad de desarrolladores y usuarios. Este enfoque colaborativo garantiza que el software se mantenga actualizado con los últimos estándares y tecnologías de la industria, lo que permite a los usuarios trabajar con los códecs y formatos de archivo más recientes (Cloudinary, s. f.).

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.

3.3. Indicios de manipulación en un video.

3.3.1. Planteamiento del caso.

Realizar un trabajo detallando el análisis de la evidencia digital asignada realizando un análisis detallado de las operaciones para realizar que se detallan a continuación:

1. **Acceder a la url del video asignada a cada grupo.**

Para poder obtener la URL del video, existen dos posibilidades: la primera es compartir y copiar la dirección, y la otra es tomarla directamente desde la barra de direcciones del navegador: https://youtu.be/kWt7sR2N7iU?si=kfYiPs6sF79fOjmf

2. **Realizar la extracción de los metadatos online.**

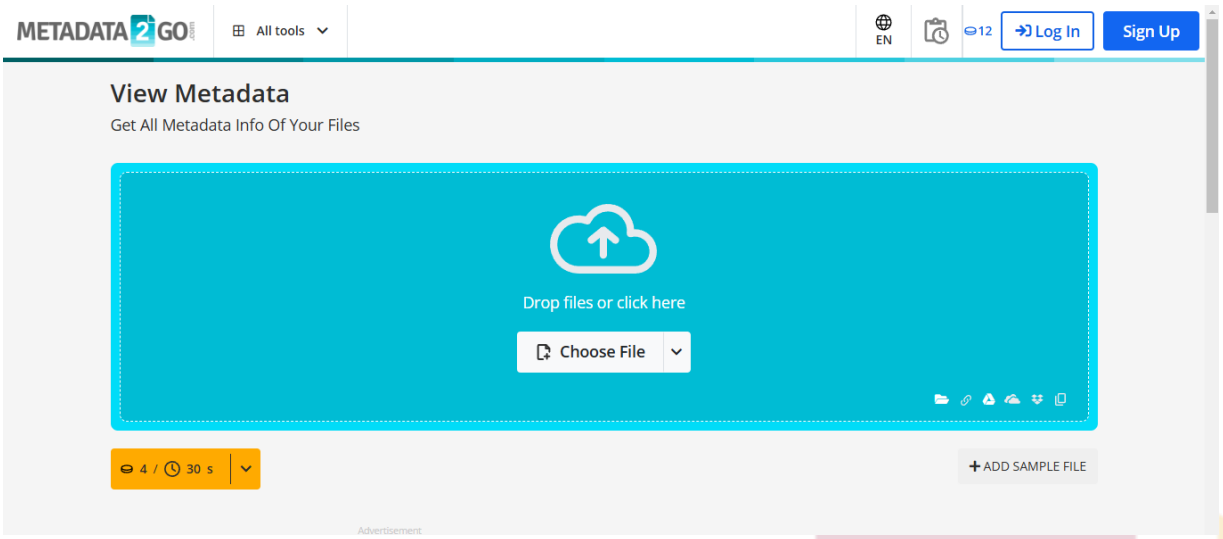
Una vez que se descarga el video se procede a realizar la extracción de los Metadatos de este, para lo cual se usan 2 herramientas diferentes a fin de poder comparar la cantidad de información que estas podían otorgar. Las herramientas que se usaron fueron las siguientes:

Metadata2go, que permitió descargar en un archivo PDF los metadatos del video descargado, mismo que se adjunta como anexo al presente trabajo debido a que es extenso, sin embargo, otorgó toda la información del video, como su año de creación, si ha sido modificado, el nombre, tamaño, duración, etcétera. Enlace: https://www.metadata2go.com/

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.

Figura 19

Metadata2go, Herramienta para la Extracción de Metadatos



EXIF Reader

METADATA READING FOR THE FILE:

Este_chico_es_un_demonio_El_Rey_del_colegio_DeepFake.mp4

IDENTIFIED BY THE FOLLOWING MD5

HASH: 9d9df2444279b47b9e63c9a71167ca8b

File

- File Name: Este_chico_es_un_demonio_El_Rey_del_colegio_DeepFake.mp4
- File Size: 10.0 MB
- File Modify Date: 2025/02/24 03:31:05
- File Access Date: 2025/02/24 03:31:05

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.

- File Inode Change Date: 2025/02/24 03:31:05
- File Permissions: -rw-r--r--
- File Type: MP4
- File Type Extension: mp4
- MIME Type: video/mp4

QuickTime

- Major Brand: MP4 v2 [ISO 14496-14]
- Minor Version: 0.0.0
- Compatible Brands
    1. 0
    2. Isom
    3. 1
    4. mp42
- Movie Header Version: 0
- Create Date: 2023/07/09 00:26:43
- Modify Date: 2023/07/09 00:26:43
- Time Scale: 24000
- Duration: 0:02:57
- Preferred Rate: 1
- Preferred Volume: 100.00%
- Preview Time: 0 s
- Preview Duration: 0 s
- Poster Time: 0 s
- Selection Time: 0 s
- Selection Duration: 0 s
- Current Time: 0 s
- Next Track ID: 3
- Track Header Version: 0
- Track Create Date: 2023/07/09 00:26:43
- Track Modify Date: 2023/07/09 00:26:43
- Track ID: 1
- Track Duration: 0:02:57
- Track Layer: 0
- Track Volume: 0.00%

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.

- Image Width: 640
- Image Height: 360
- Compressor ID: avc1
- Source Image Width: 640
- Source Image Height: 360
- X Resolution: 72
- Y Resolution: 72
- Bit Depth: 24
- Video Frame Rate: 23.976
- Graphics Mode: srcCopy
- Op Color: 0 0 0
- Matrix Structure: 1 0 0 0 1 0 0 0 1
- Media Header Version: 0
- Media Create Date: 2023/07/09 00:26:43
- Media Modify Date: 2023/07/09 00:26:43
- Media Time Scale: 44100
- Media Duration: 0:02:57
- Media Language Code: eng
- Handler Description: ISO Media file produced by Google Inc. Created on: 07/08/2023.
- Audio Format: mp4a
- Audio Channels: 2
- Audio Bits Per Sample: 16
- Audio Sample Rate: 22050
- Balance: 0
- Handler Type: Metadata
- Handler Vendor ID: Apple
- Google Start Time: 0
- Google Track Duration: 0:02:57
- Media Data Size: 9901923
- Media Data Offset: 53512

Composite

- Image Size: 640x360
- Megapixels: 0.23

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.

- Avg Bitrate: 447 kbps
- Rotation: 0

3. **Realizar la descarga del video de YouTube.**

En la barra de búsqueda, en el enlace https://www.youtube.com/watch?v=kWt7sR2N7iU se reemplaza https://www. por “ss” y se hace clic en “Enter”, lo que lleva a una página, de nombre **savefrom.net,** para descargar el video de forma sencilla y gratuita**.** Permite la descarga en diferentes formatos como de mp4 o audio.

Figura 20

Descarga del video de YouTube mediante Savefrom.net

4. **Realizar la generación de la huella digital o hash.**

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.

Una vez obtenida la evidencia, se procede a generar su hash para garantizar su integridad durante todo el proceso de análisis.

Herramienta utilizada: HashMyFiles.

Es una herramienta gratuita y liviana desarrollada por NirSoft que permite calcular los valores hash de archivos en un sistema Windows. Es ampliamente utilizada en análisis forense digital para verificar la integridad de archivos. Se justifica su elección por su facilidad de uso, ya que posee una interfaz gráfica intuitiva, sin necesidad de comandos complejos; tiene compatibilidad con múltiples algoritmos de hash, permite guardar los valores hash en formatos TXT, HTML, XML o CSV, análisis rápido de múltiples archivos y no requiere instalación, basta con ejecutar el archivo .exe. **¿Cómo utilizarla?**

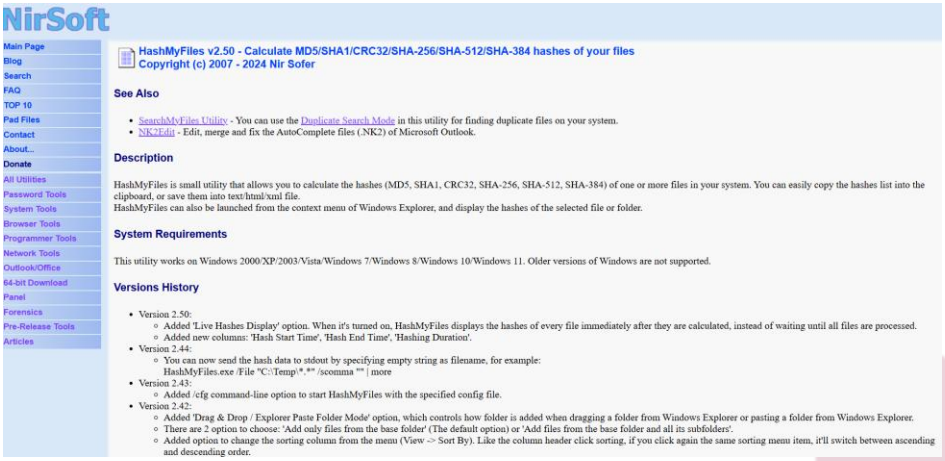
Paso 1: Descarga y ejecución.

- Descargar HashMyFiles desde el sitio oficial de NirSoft.: https://www.nirsoft.net/utils/hash_my_files.html

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.

Figura 21

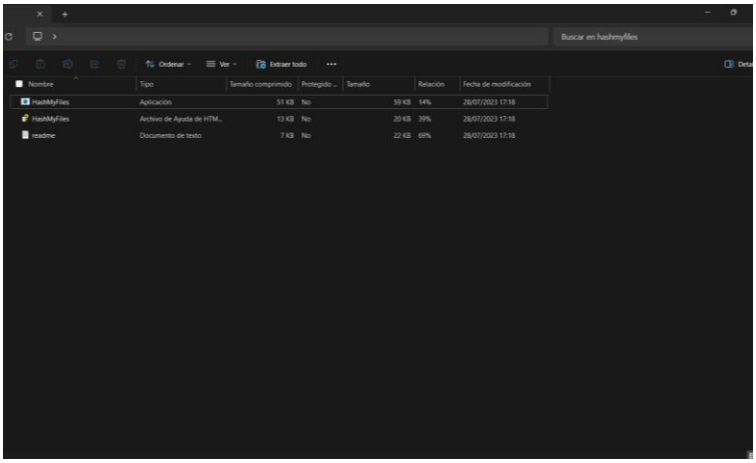
Página para descargar la herramienta HashMyFiles



– Extraer el archivo ZIP y ejecutar HashMyFiles.exe.

Figura 22

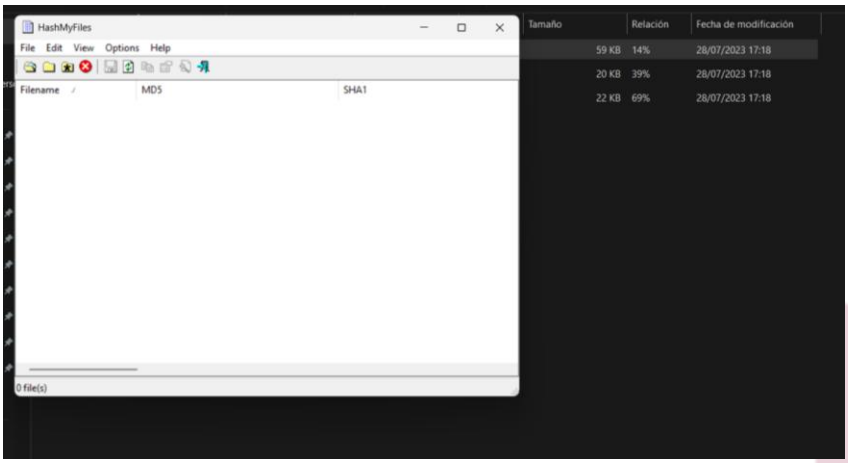
Extracción del archivo ZIP



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.

Figura 23

Ejecución de la herramienta HashMyFiles

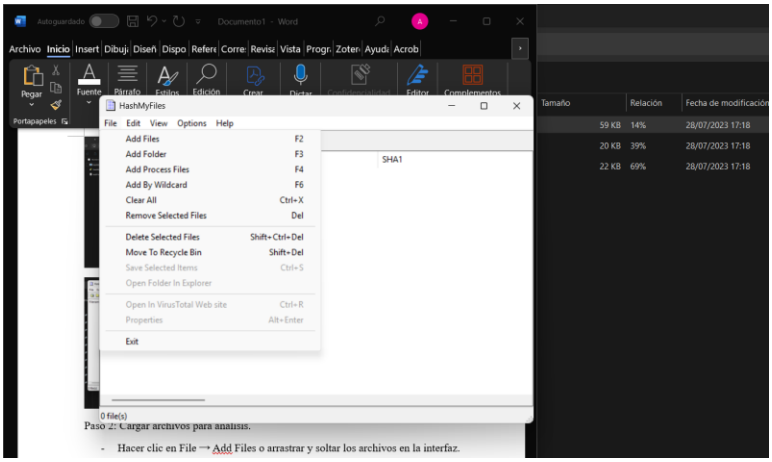


Paso 2: Cargar archivos para análisis.

- Hacer clic en File → Add Files o arrastrar y soltar los archivos en la interfaz.

Figura 24

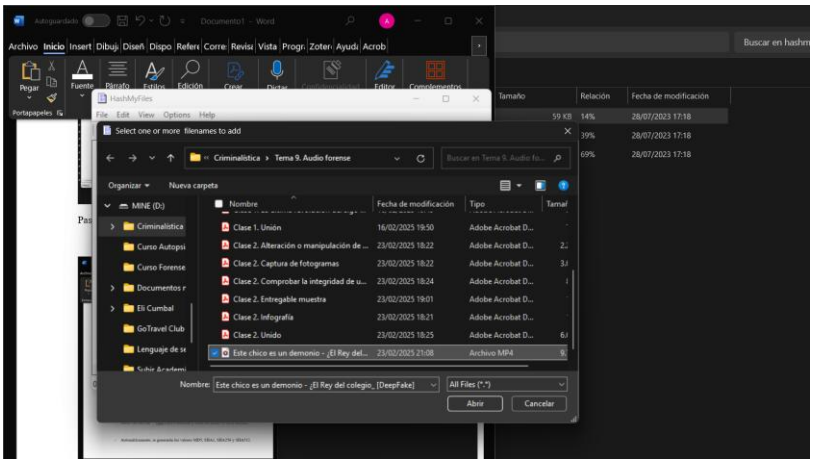
Soltar o arrastrar los archivos en la interfaz de la herramienta



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.

Figura 25

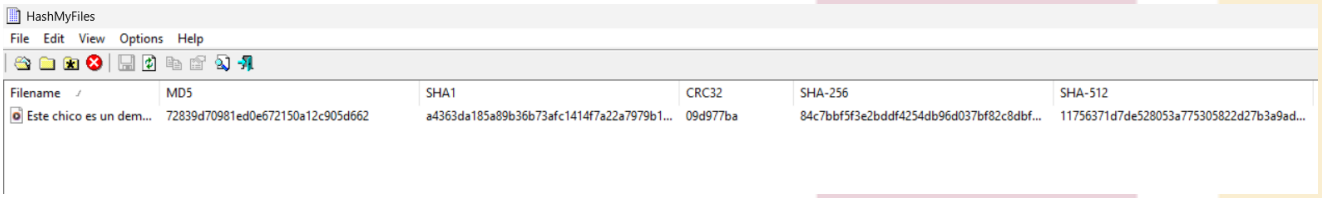
Buscar el archivo en el ordenador



– Automáticamente, se generarán los valores MD5, SHA1, SHA256 y SHA512.

Figura 26

Uso de la Herramienta HashMyFile para obtener los hash de un archivo



Paso 3: Exportar los valores hash.

– Seleccionar los archivos en la lista.

– Ir a File → Save Selected Items o copiarlos y pegarlos en un documento:

1. MD5: 72839d70981ed0e672150a12c905d662
2. SHA1: a4363da185a89b36b73afc1414f7a22a7979b12e

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.

SHA-256: 84c7bbf5f3e2bddf4254db96d037bf82c8dbfd9ba05c91e2659d45d30d722868

5. **Dividir el video en fotogramas.**

   Capturas de fotogramas automatizado:

- Se utiliza el reproductor VLC Media Player, se activa y configura el filtro “Video”.
- Para crear una carpeta, hacer clic con el botón derecho del ratón en la ubicación donde se desea ubicar (por ejemplo, “c:\nombre_carpeta”). Elegir “Nueva carpeta” en el menú desplegable. En el escritorio aparecerá una carpeta sin título. Escribir el nombre de la nueva carpeta y pulsar “Intro”.
- Para configurar los filtros se deben activar los ajustes avanzados de configuración. Para ello, se selecciona: Barra de Menús> Herramientas > Preferencias + Mostrar ajustes: *Todo
- Se activa el filtro para realizar la captura de los fotogramas seleccionando: + Videos + Filtros + Activar filtro de video de escena.
- Para extraer los fotogramas automáticamente, se debe seleccionar y reproducir el fichero de video con VLC Media Player. Una vez seleccionado el fichero, se hace doble clic con el botón derecho. A continuación, se desplegará un menú donde se elige la opción “Abrir con” y “VLC Media Player”.

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.

- A continuación, el video se empezará a reproducir y los fotogramas se almacenarán en la carpeta especificada.

La utilización del programa VLC Media Player en el área forense presenta varias ventajas significativas:

- Versatilidad de formatos: VLC es compatible con una amplia variedad de formatos de audio y video, lo que permite a los investigadores forenses reproducir y analizar diferentes tipos de contenido multimedia sin necesidad de convertir archivos.
- Funcionalidades avanzadas: VLC ofrece herramientas como la posibilidad de ajustar la velocidad de reproducción, capturar fotogramas y aplicar filtros,.
- Interfaz accesible: Su interfaz es intuitiva y fácil de usar, lo que permite a los investigadores concentrarse en el análisis del contenido sin complicaciones técnicas innecesarias.
- Gratuito y de código abierto: Al ser un software libre, VLC puede ser utilizado sin costo alguno, lo que facilita su acceso en diversos entornos forenses. Esto es especialmente importante para entidades con presupuestos limitados.
- Documentación y soporte comunitario: La amplia comunidad de usuarios y desarrolladores ofrece recursos, tutoriales y soporte constante, lo que permite resolver problemas rápidamente y adaptar el software a necesidades específicas.

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.

6. **Seleccionar los 5 fotogramas más representativos y realizar un análisis forense aplicando las técnicas estudiadas en el tema para detectar, a partir de ellos, si ha existido una manipulación del video.**

La detección de manipulación en contenido audiovisual representa una tarea crítica dentro del ámbito de la informática forense, especialmente en contextos donde la integridad y autenticidad de la evidencia son fundamentales para la toma de decisiones. En este análisis, se han seleccionado cuidadosamente cinco fotogramas representativos del video proporcionado, identificados por su relevancia visual, presencia de anomalías potenciales, y transiciones clave susceptibles de haber sido alteradas digitalmente. Aplicando diversas técnicas forenses se procedió a determinar si estos fotogramas presentaban indicios concluyentes de manipulación.

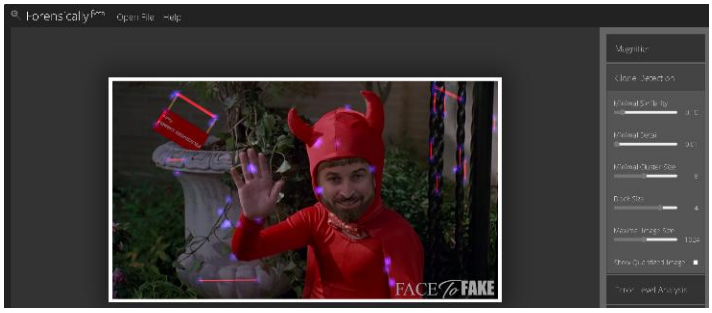
Tabla 1

Análisis del Fotograma 1

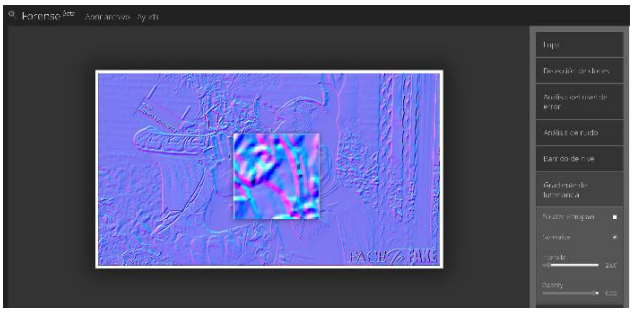
Figura 27

Fotograma 1

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.

Figura 28 *Fotograma 1 Detección de clones* 	El análisis realizado mediante la herramienta Forensically revela áreas claramente identificadas como clonadas (resaltadas en color rojo y azul), indicando que la imagen ha sido manipulada digitalmente, sugiriendo modificaciones intencionales en ciertas zonas específicas como el cartel rojo y detalles del entorno.
Figura 29 *Fotograma 1 Análisis del nivel de error ELA* 	El análisis ELA revela áreas con diferente nivel de compresión, especialmente visibles en el cartel y los bordes del personaje. Esto indica claramente que la imagen ha sido manipulada digitalmente.
Figura 30 *Fotograma 1 Análisis de ruido* 	Muestra claramente patrones irregulares en ciertas áreas como el cartel y alrededor del personaje. Estas diferencias confirman la posible manipulación digital en la imagen.

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.

Figura 31 *Fotograma 1 Análisis de barrido de nivel* 	Destaca una diferencia evidente en la iluminación y textura en zonas específicas del personaje y objetos cercanos. Esta inconsistencia fortalece aún más la evidencia de manipulación digital detectada previamente.
Figura 32 *Fotograma 1 Análisis de gradiente de luminancia* 	Revela diferencias notables en texturas e iluminación, especialmente en áreas específicas como el cartel y los contornos del personaje, indicando posibles alteraciones digitales en estas zonas.
Figura 33 *Fotograma 1 Análisis de componentes* 	Este análisis muestra diferencias marcadas en elementos como el cartel y los contornos del personaje, revelando zonas con características visuales claramente distintas del resto de la imagen, sugiriendo alteraciones digitales en estas áreas específicas.

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.

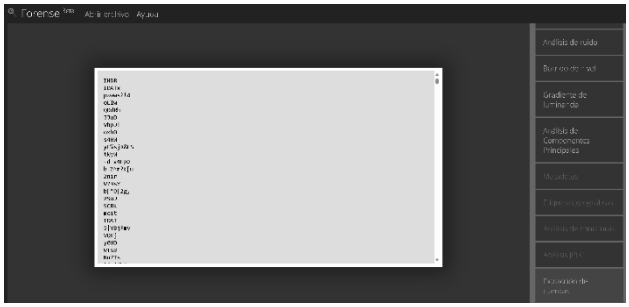
Figura 34 *Fotograma 1 Análisis de extracción de cuerdas* 	Revela información técnica del archivo, mostrando encabezados como “IHDR” y “IDAT”, típicos del formato PNG. No se observa evidencia directa de software específico de edición en estos datos extraídos.

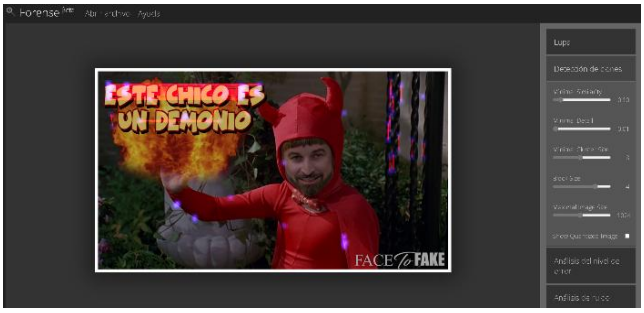
Tabla 2

Análisis del Fotograma 2

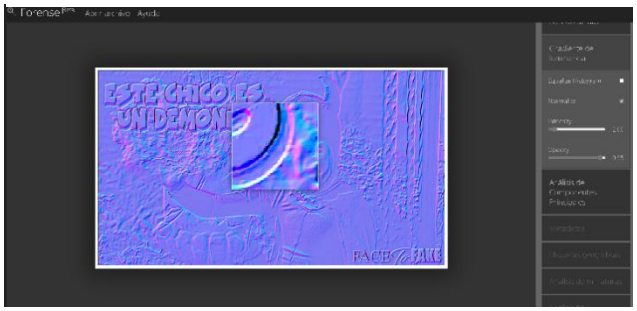
Figura 35

Fotograma 2

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

Figura 36 *Fotograma 2 Detección de clones* 	Se observan claramente patrones repetidos en la zona del fuego y las letras, indicando clonación digital en esta imagen.
Figura 37 *Fotograma 2 Análisis del nivel de error (ELA)* 	El análisis muestra diferencias evidentes en la distribución del ruido en las letras y en la zona del fuego, indicando posibles áreas editadas digitalmente.
Figura 38 *Fotograma 2 Análisis de ruido* 	La distribución heterogénea del ruido en la imagen analizada, especialmente concentrada alrededor del texto superpuesto y las llamas, sugiere la introducción artificial de elementos externos, destacando áreas que no forman parte del contenido original del fotograma.

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.

Figura 39 *Fotograma 2 Análisis de barrido de nivel* 	Muestra contrastes marcados en la distribución de tonos y luminosidad, particularmente alrededor del texto y las llamas. Estas diferencias abruptas sugieren que estos elementos fueron superpuestos posteriormente.
Figura 40 *Fotograma 2 Análisis de gradiente de luminancia* 	Evidencia discrepancias notables en la textura e iluminación alrededor del texto y el efecto de fuego, lo que indica que estos elementos presentan características visuales diferentes al resto de la imagen original.
Figura 41 *Fotograma 2 Análisis de componentes principales* 	Denota una clara separación visual entre los elementos agregados (texto y fuego) y el fondo original de la imagen. Esta diferenciación indica la introducción posterior de dichos elementos, apoyando técnicamente la hipótesis de manipulación gráfica.

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.

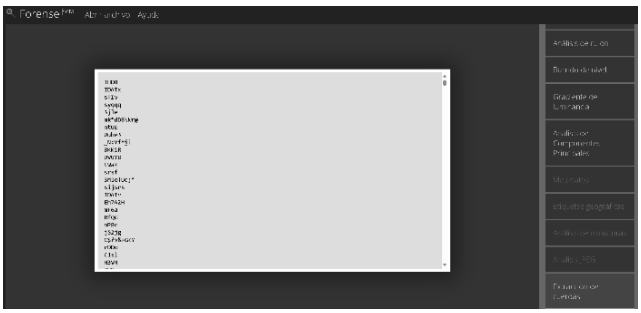
Figura 42 *Fotograma 2 Análisis de extracción de cuerdas* 	Revela la estructura interna del archivo en formato PNG, mostrando únicamente encabezados técnicos (“IHDR”, “IDAT”). No se identifican referencias explícitas a software de edición o metadatos adicionales, lo que limita la evidencia directa sobre herramientas utilizadas en la posible manipulación.

Tabla 3

Análisis del Fotograma 3

Figura 43

Fotograma 3

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.

Figura 44 *Fotograma 3 Digest (Análisis de procesamiento)* 	Con el uso del programa FotoForensics, el análisis muestra los hashes MD5, SHA1 y SHA256, útiles para verificar la integridad de la imagen. También indica 19,868 colores únicos, lo que puede ayudar a detectar inconsistencias en la manipulación. No se hallan metadatos que revelen directamente el uso de software de edición.
Figura 45 *Fotograma 3 ELA (Análisis de acuerdo de licencia de cifrado)* 	Muestra una distribución uniforme de la compresión en la imagen, sin variaciones significativas en bordes o texturas. La ausencia de áreas con diferencias notables en la degradación sugiere que la imagen no ha sido sometida a manipulaciones evidentes, al menos en términos de alteraciones digitales detectables con esta técnica.
Figura 46 *Fotograma 3 Hidden Pixels (Análisis de píxeles ocultos)* 	Indica que no se han detectado elementos ocultos o capas adicionales en la imagen. Esto sugiere que no se han utilizado técnicas de esteganografía o inserción de información invisible dentro del archivo.

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.

Figura 47 *Fotograma 3 Metadata (Análisis de metadatos)* 	Los metadatos extraídos confirman que la imagen está en formato PNG, con una resolución de 1280x720 píxeles, profundidad de color de 8 bits y compresión estándar Deflate/Inflate. No se detectan metadatos adicionales que indiquen el uso de software de edición o modificaciones previas.
Figura 48 *Fotograma 3 Análisis de extracción de cuerdas* 	Muestra únicamente caracteres asociados a la estructura del archivo, sin revelar texto oculto ni información relevante que sugiera modificaciones o inserciones no detectadas en los metadatos.

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.

Tabla 4

Análisis del Fotograma 4

Figura 49

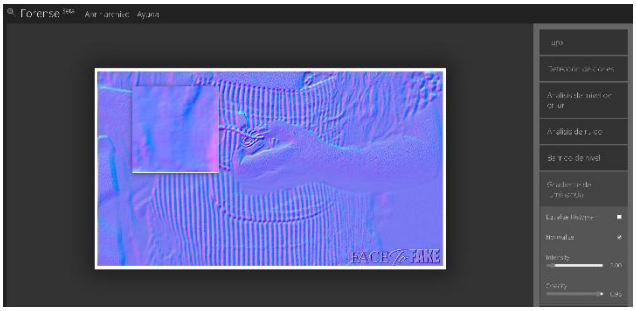
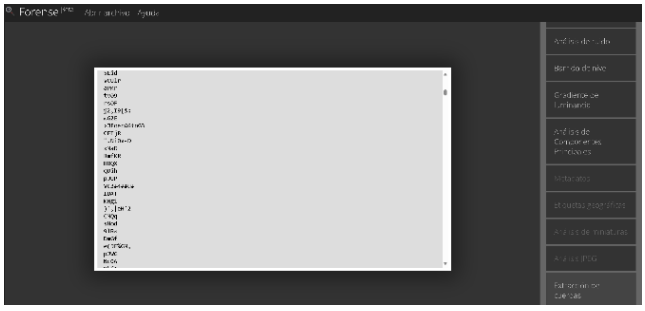
Fotograma 4

Figura 50 *Fotograma 4 Detección de clones* 	Mediante el uso de la herramienta Foresically, revela la presencia de patrones repetidos en varias áreas, especialmente en la mano izquierda y el objeto rojo. Estas coincidencias sugieren que se ha aplicado clonación digital en estos sectores, lo que podría indicar una manipulación en la composición de la imagen.
Figura 51 *Fotograma 4 Análisis del nivel de error (ELA)* 	Revela inconsistencias en la distribución del error de compresión, con áreas que presentan variaciones en los niveles de degradación, especialmente en la región del objeto rojo y las manos. Estas diferencias pueden indicar ediciones digitales o la superposición de elementos externos en la imagen original.

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.

Figura 52 *Fotograma 4 Análisis de ruido* 	Muestra una distribución irregular en la imagen, con concentraciones anómalas en el área de las manos y el objeto rojo. Estas diferencias en la textura y densidad del ruido pueden indicar la inserción o alteración de elementos dentro de la imagen original, sugiriendo una posible manipulación digital.
Figura 53 *Fotograma 4 Análisis de barrido de nivel* 	Resalta contrastes inusuales en la iluminación, especialmente en la zona del objeto rojo y la llama del encendedor. La diferencia abrupta en los niveles de brillo sugiere que estos elementos podrían haber sido editados o añadidos digitalmente.

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.

Figura 54 *Fotograma 4 Análisis de gradiente de luminancia* 	Resalta variaciones anómalas en la distribución de la iluminación, especialmente en la zona del objeto rojo y la mano. Estas diferencias pueden indicar la presencia de ediciones digitales, ya que los bordes y transiciones de estos elementos no coinciden con el patrón natural del resto de la imagen.
Figura 55 *Fotograma 4 Análisis de componentes principales* 	Revela diferencias significativas en la distribución tonal, con contrastes notables en la zona del objeto rojo y el encendedor. Estos cambios abruptos en la composición de la imagen sugieren la posible inserción o manipulación de estos elementos dentro de la escena.
Figura 56 *Fotograma 4 Análisis de extracción de cuerdas* 	Muestra únicamente datos técnicos relacionados con la estructura del archivo, sin detectar información incrustada relevante, como marcas de edición o texto oculto. Esto sugiere que no se han añadido elementos ocultos dentro de los metadatos del archivo.

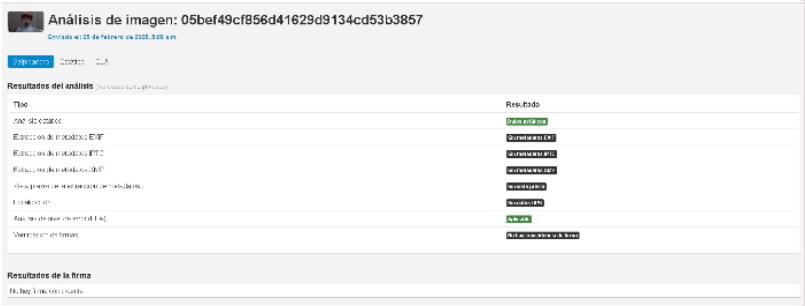
Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones,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

Tabla 5

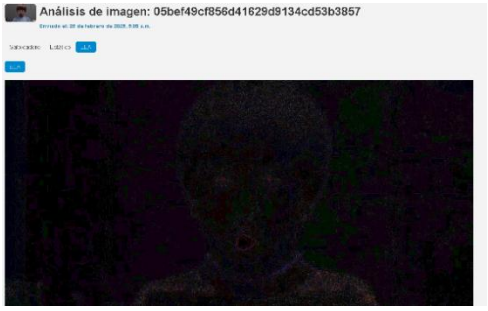
Análisis del Fotograma 5

Figura 57

Fotograma 5

Figura 58 *Fotograma 5 Dashboard (Análisis del panel de la imagen)* 	Con el uso de la herramienta Imageforensic, se puede apreciar que la imagen no contiene metadatos EXIF, IPTC ni XMP, lo que indica posible edición. No se detectan datos GPS ni firma digital coincidente. El ELA es aplicable, sugiriendo diferencias en la compresión que podrían indicar manipulación. Se recomienda un análisis más detallado.
Figura 59 *Fotograma 5 Static (estático, hashes)* 	La imagen tiene una resolución de 1280x720 píxeles, sin datos adicionales sobre su origen o modificaciones. Se recomienda continuar con ELA y análisis de ruido para detectar posibles alteraciones.

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.

Figura 60 *Fotograma 5 ELA Análisis de acuerdo de licencia de cifrado* 	muestra diferencias en la compresión, especialmente en la región del rostro. Estas variaciones pueden indicar ediciones digitales o la superposición de elementos en la imagen original. Se recomienda complementar con un análisis de ruido para confirmar posibles manipulaciones.

7. Exponer las conclusiones en el trabajo final.

En este trabajo no solo se ejemplifica de manera práctica cada una de las partes, sino que también se denota la importancia de cada punto, y a continuación se detallará la misma. Se inicia con los metadatos, conceptualizando que los mismos son datos sobre datos y entregan información importante sobre el contenido, contexto y la estructura de un conjunto de datos. Dicha extracción se puede realizar en imágenes, archivos de audio, videos, etc.

La extracción de los metadatos tiene un objetivo principal: el de obtener y capturar información detallada, como son: su autor, fecha de creación, fecha de modificación, tamaño de archivo y tipo de datos. En la actualidad existen bastantes herramientas que permiten extraer los metadatos y, en algunos casos, eliminarlos. Dentro de la investigación que se realizó a fin de

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.

poder extraer los metadatos del video, se presentaron también herramientas como Metashield Clean-up Online, TheExifer y VerExif, mismas que ofrecían también la eliminación de estos.

Los metadatos son importantes para el perito informático porque permiten analizar y extraer información que será importante durante el proceso penal, ya que el informe pericial será tomado en consideración como prueba ante un tribunal penal. Motivo por el cual el perito forense debe conocer muy bien las herramientas que puede usar y lo que estas pueden hacer. La creación de una huella digital o hash en un video es una secuencia alfanumérica que asocia de manera única a un video. Por lo tanto, el algoritmo hash es un método matemático que transforma datos de entrada en una secuencia alfanumérica.

El método utilizado para generar un hash de un video de YouTube utilizando HashMyFiles es una tarea que requiere una atención al detalle y sigue una secuencia lógica. Es vital, ya que permite garantizar su autenticidad y su no alteración durante su almacenamiento o transmisión. Por lo tanto, la importancia del hash radica en la capacidad de garantizar su autenticidad y seguridad de los datos. Ahora bien, los fotogramas son imágenes fijas que forman un video, es decir, que los fotogramas, cuando se reproducen, crean movimiento. Así mismo, se debe tomar en cuenta que los fotogramas digitales se codifican mediante un software.

VLC Media Player es una herramienta valiosa en el ámbito forense por su capacidad de manejar múltiples formatos de medios, sus funciones avanzadas para el análisis detallado y su accesibilidad. Su uso puede mejorar la eficiencia en la revisión de evidencias audiovisuales, y

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.

contribuyendo así a la resolución efectiva de casos. Por lo tanto, el análisis forense que se realizó evidencia alteraciones digitales en múltiples áreas de los fotogramas, lo que sugiere que el video analizado ha sido modificado.

El análisis forense realizado evidencia alteraciones digitales en múltiples áreas de los fotogramas, lo que sugiere que este ha sido modificado. Los resultados obtenidos refuerzan la necesidad de una valoración más detallada para establecer el alcance de la evaluación y la intencionalidad de estas ediciones. La combinación de diversas técnicas forenses ha sido clave para detectar inconsistencias y proporcionar un diagnóstico detallado sobre la autenticidad de las imágenes.

Así se puede analizar que las técnicas utilizadas permiten obtener la veracidad y la legitimidad de una prueba que será plasmada en un informe pericial y llevada a juicio para así poder sustentar lo practicado, dando al juez elementos para la toma de su decisión basada en la experticia puesta en el peritaje.

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.

3.4. Caso práctico

3.4.1. Planteamiento del caso.

1. **Descargar el audio de la plataforma.**

Figura 61

Audio para descargar en la plataforma Canvas

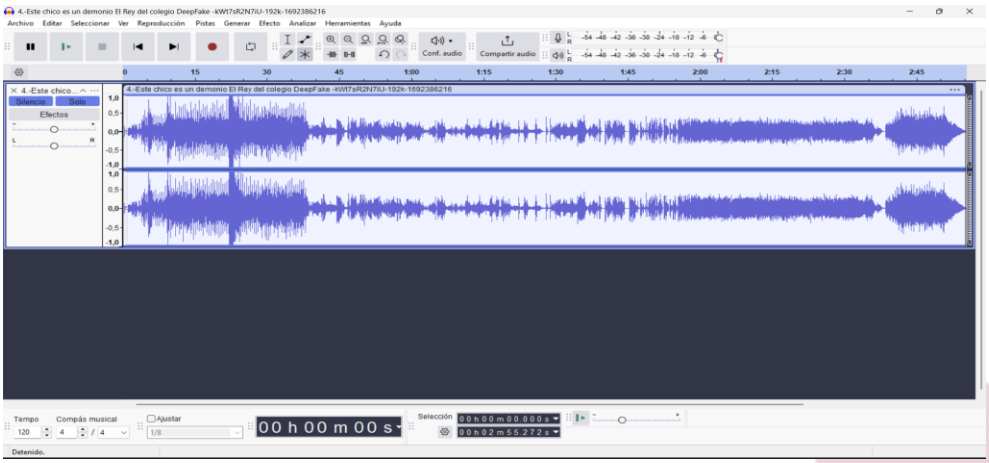
1.1. Limpieza del audio y exportación del fichero de audio procesado en formato WAV.

Paso 1. Se descarga Audacity, posterior para subir el archivo de audio: "Archivo" → "Abrir" y se selecciona el archivo.

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.

Figura 62

Audio original sin limpiar descargado de la plataforma de Canvas



Paso 2. Primero Duplicar el audio y solo modifiqué uno para hacer la limpieza de ruido donde:

- Se seleccionó un segmento del audio que abarcara unos segundos con un ruido en "específico" y procedí a: "Efecto" → "Reducción de ruido y reparación" → "Reducción de ruido"; primero obtuve el perfil del ruido del segmento seleccionado y posterior, seleccionaba todo el audio y lo filtraba según los siguientes parámetros: 12dB, sensibilidad 6 y bandas 3. Repetí este paso con diferentes segmentos.
- Se ecualizó para mejorar la calidad del audio: "Efecto" → "EQ y filtros" → "Ecualización gráfica"; aumenté ligeramente los rangos de 2 kHz a 5 kHz para mejorar la claridad de las voces y bajé un poco las frecuencias graves (< 200 Hz) para reducir sonidos no deseados.

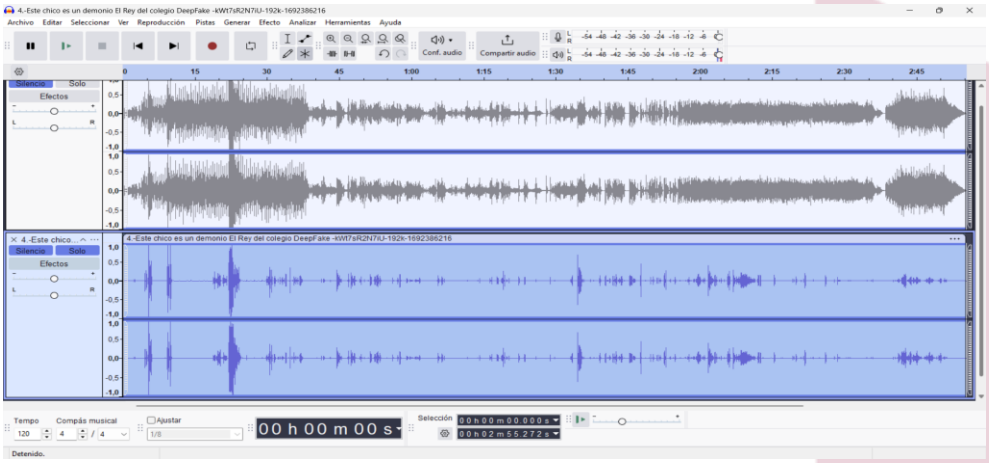
Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones,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

- Comprensión para equilibrar los volúmenes: “Efecto” → “Volumen y comprensión” → “Compresor”, ajusté el umbral a -20db.

- Normalización y amplificación en: “Efecto” → “Volumen y comprensión” → “Normalizar vía dB” y se ajustó a -3dB. Y usé Amplificar en -3dB.

Figura 63

Visualización del audio después de la limpieza

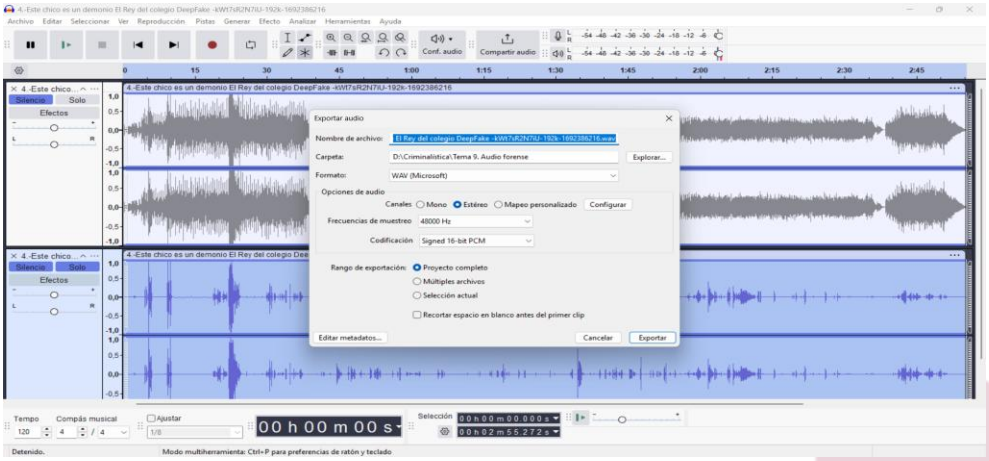


Paso 3. Para guardar el archivo en formato WAV: “Archivo” → “Exportar audio” → “Exportar a ordenador” y elegí la carpeta donde quería que fuera exportado.

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.

Figura 64

Guardar el archivo en formato WAV



Exportación del fichero de audio procesado en formato WAV, enlace:

https://drive.google.com/file/d/11jQ1ahPlHltLGeWnUZYWi9Nx5SjgHbwF/view?usp=sharing

2. Extracción del audio del video de YouTube.

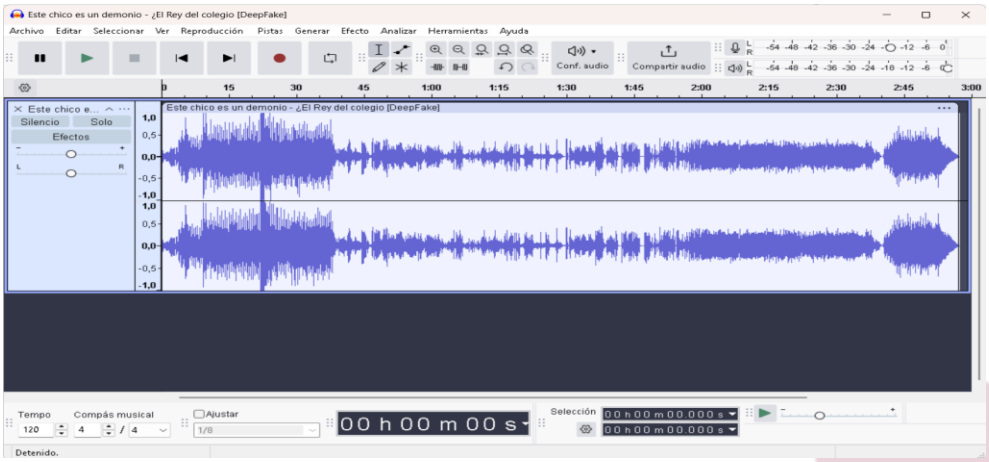
En la barra de búsqueda, en el enlace https://www.youtube.com/watch?v=kWt7sR2N7iU se reemplaza https://www. por “ss” y se hace clic en “Enter”, lo que lleva a una página, de nombre **savefrom.net,** para descargar el video de forma sencilla y gratuita**.** Permite la descarga en diferentes formatos como de mp4 o audio (**Figura *20***).

1.1 Una vez extraído, comparar ambos audios en el software Audacity para encontrar si hay algún indicio de manipulación.

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.

Figura 65

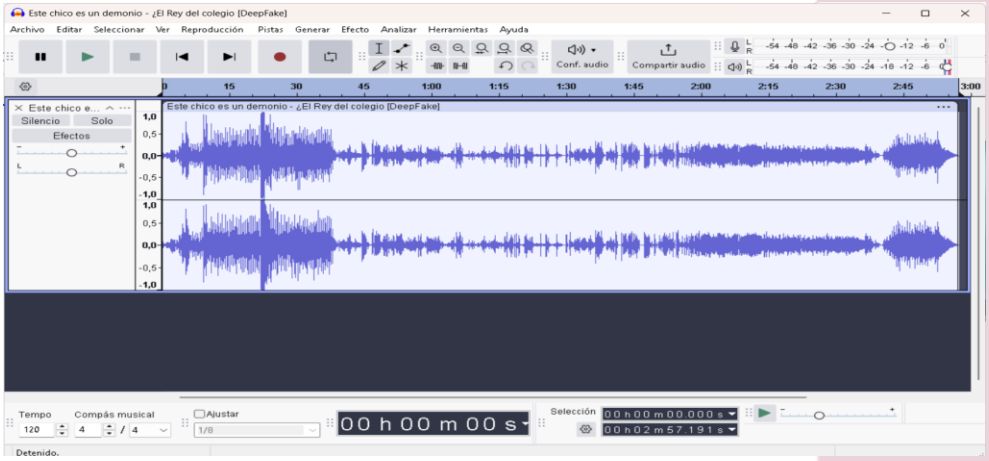
Audio original del video de YouTube después de descargarlo



Enlace: https://drive.google.com/file/d/1CiK587bQ5NK7qrVZ0omijB9-jz9P9UxX/view?usp=drive_link

Figura 66

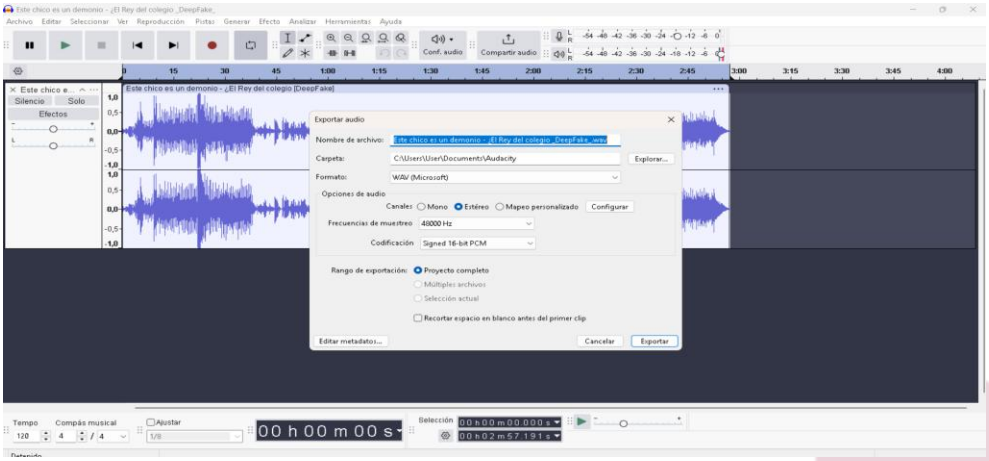
Audio limpio del original de YouTube



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.

Figura 67

Guardar el audio limpio original de YouTube en formato WAV



Enlace: https://drive.google.com/file/d/1R05bgHQ8EPBJwoMiKsx1USE8nJZlAn-P/view?usp=sharing

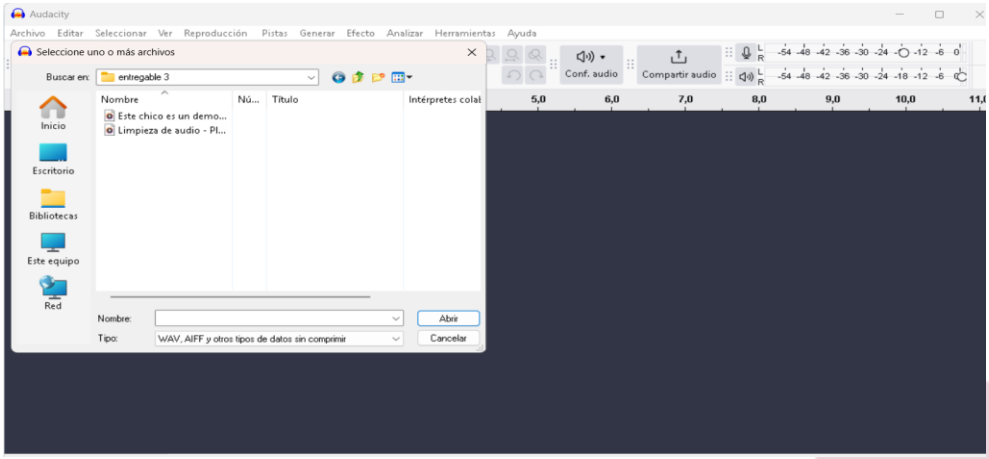
Figura 68

Tiempo del audio bajado de YouTube

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.

Figura 69

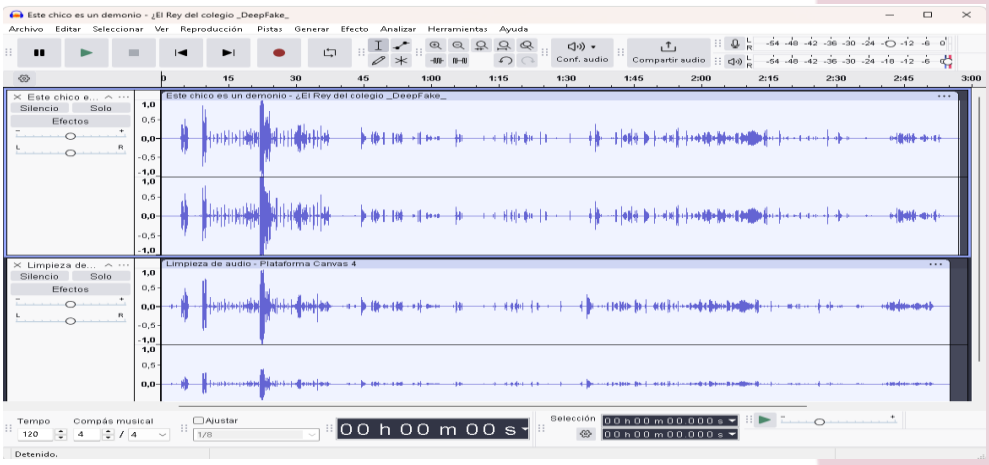
Comparación de audios



Comparación de audios:

Figura 70

Importación de los dos audios al Audacity



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.

Figura 71

Normalización de los dos audios

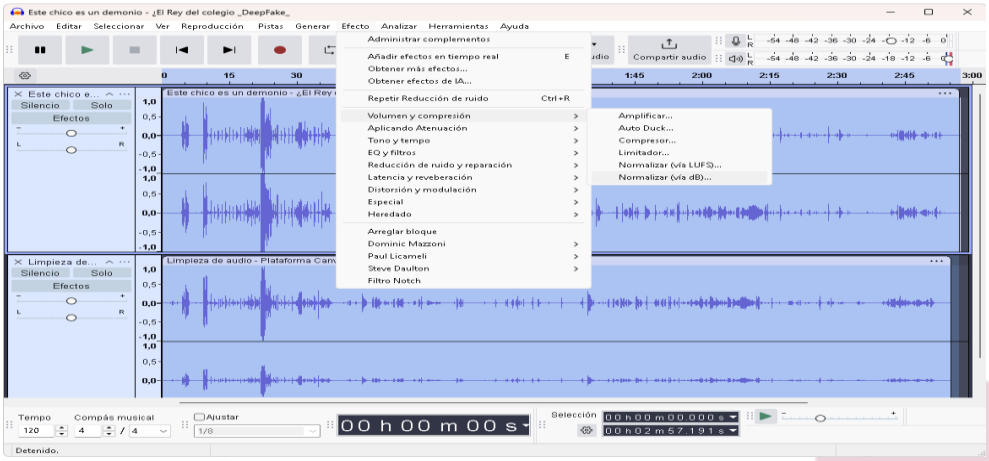
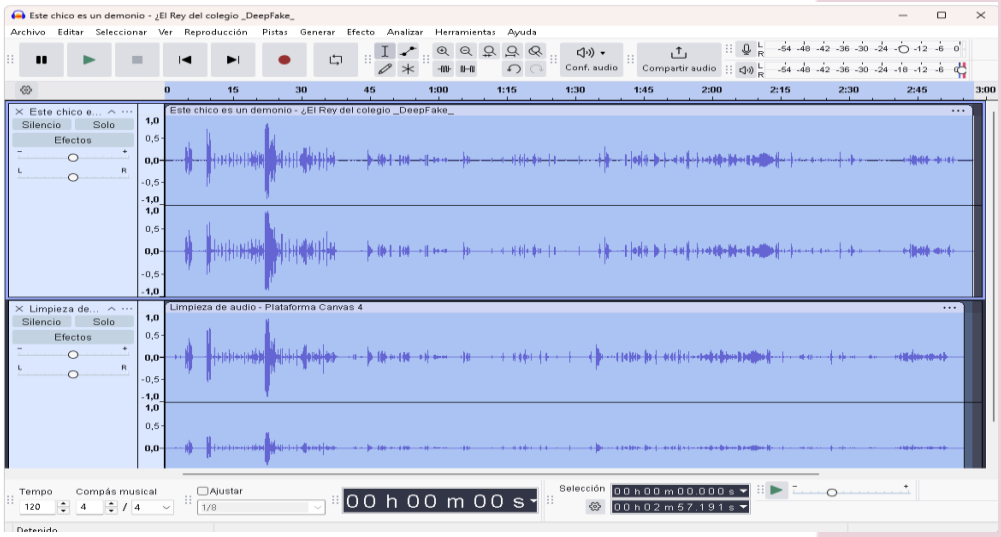


Figura 72

Diferencia en el tiempo entre ambos audios



Los tiempos son diferentes, en la **Figura *68*** se observa el tiempo del audio en Youtube.

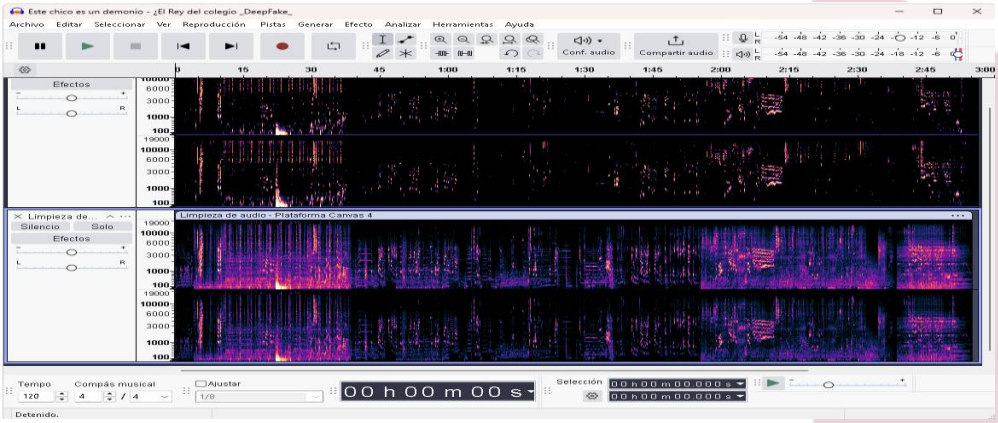
Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones,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

Figura 73

Tiempo del audios de la plataforma Canvas

Figura 74

Espectrograma de ambos audios limpios



Análisis con espectrograma, se pueden observar incongruencias al inicio de la grabación.

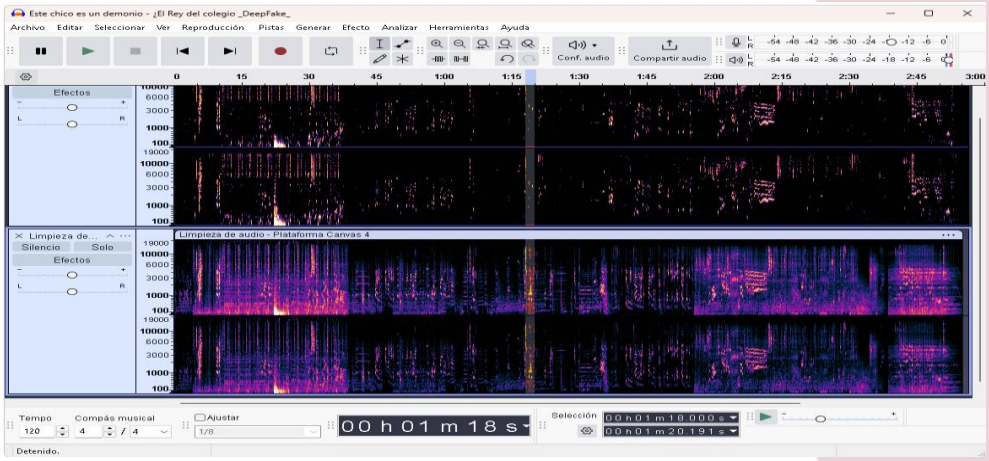
Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones,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

Figura 75

Comparación de ambos audios, incongruencias al inicio

Figura 76

Comparación de ambos audios, espectrograma



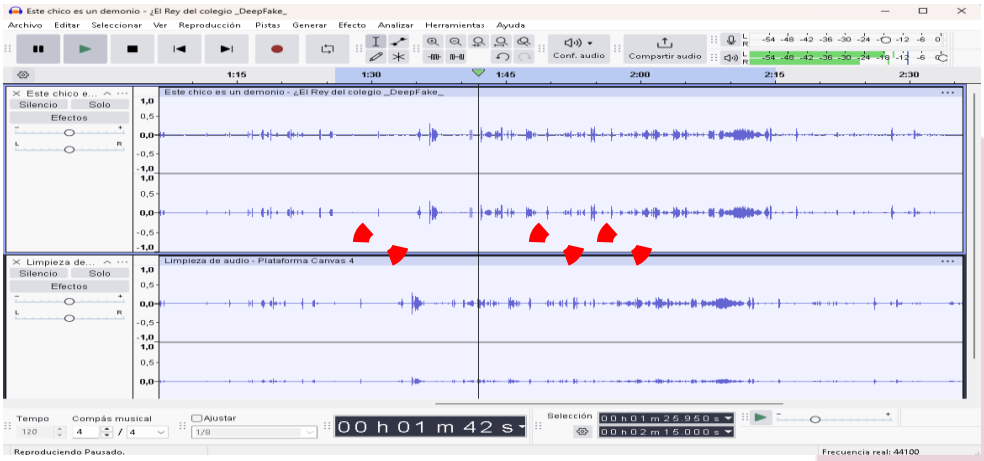
Luego se verifica en la región entre el tiempo 1.18 hasta 1.20, siendo visible dentro del audio las modificaciones, donde se evidencian señales de manipulación. En la primera reducción

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.

del archivo de audio que se ha limpiado se observan señales de manipulación, esto específicamente en los cortes de audio que se presentan entre el audio y la música, por lo que su interposición genera un desnivel al sonido.

Figura 77

Desnivel de sonido entre ambos audios

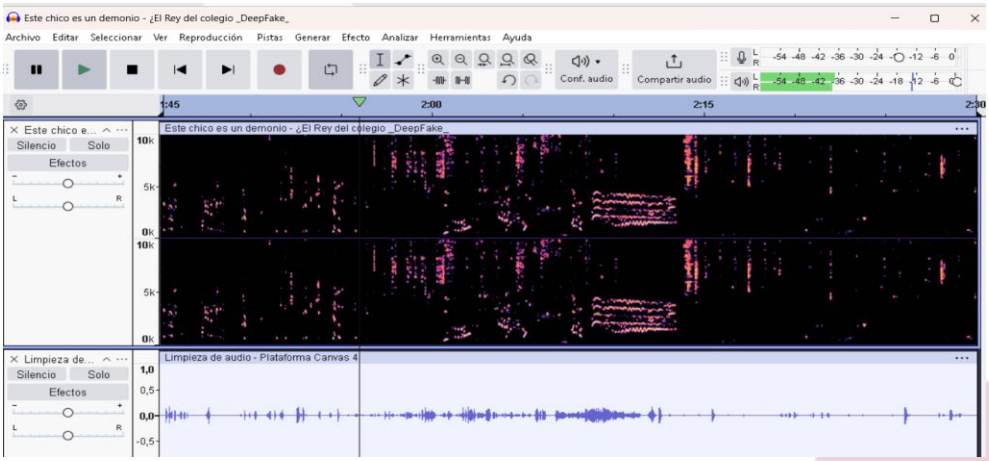


En el análisis del espectro de audio, es posible identificar variaciones significativas en la amplitud de la onda, lo que permite distinguir entre frecuencias correspondientes a tonos agudos y graves. También se detectan patrones de ruido originados por vibraciones rápidas, que alteran la estabilidad del sonido. Se observan picos de alta intensidad que indican niveles máximos de volumen en intervalos específicos, junto con su duración estimada, evidenciándose además interrupciones repentinas en la señal auditiva, lo que podría indicar una posible alteración del archivo, inferida a partir de los marcados desniveles en la forma de onda.

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.

Figura 78

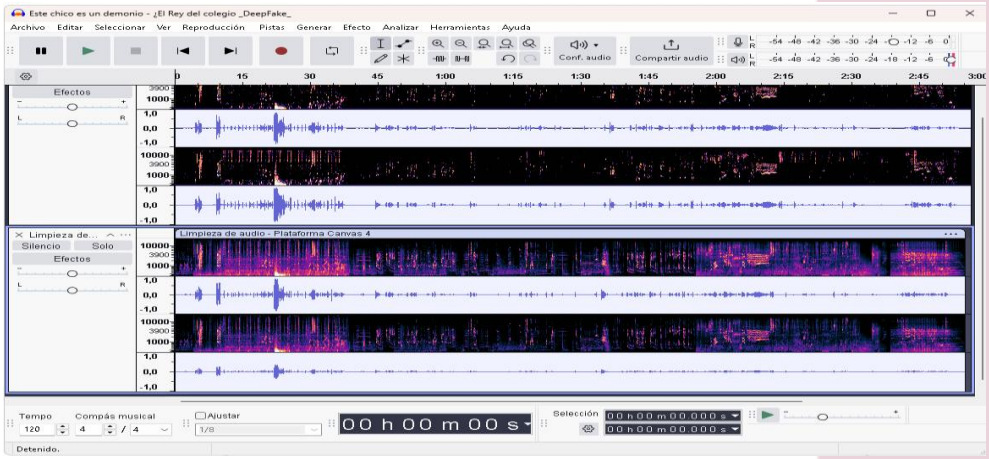
Visualización de cortes abruptos en el audio



Se observan tonos fuertes en las distintas zonas del audio, así como cortes en el audio lo que da indicios de manipulación.

Figura 79

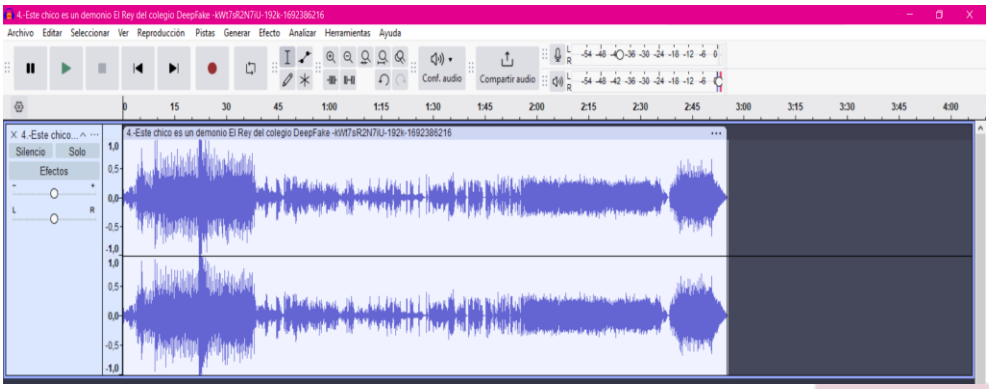
Formato de ondas y espectrograma audios originales



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.

Figura 80

Análisis de formato de ondas de audios originales de YouTube y Canvas

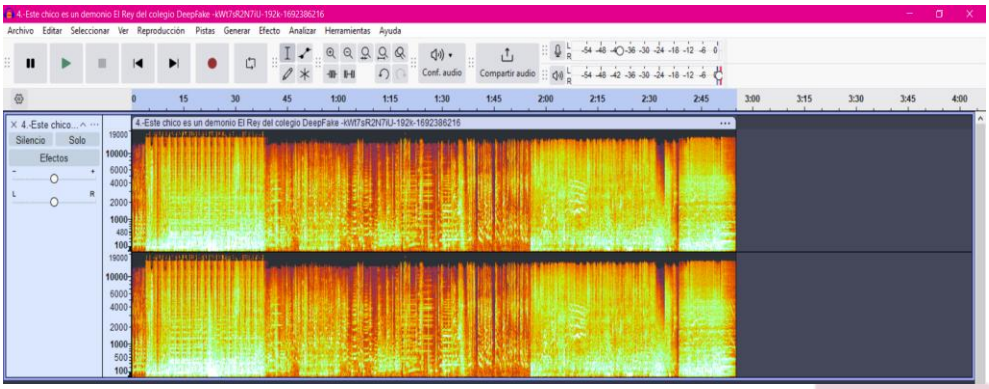


En el análisis de formato de ondas de los audios se puede precisar que tienden a presentar una similitud marcada ya que prácticamente el diálogo es similar, la forma de la onda visualizada en la pantalla representa la variación de la presión del sonido a lo largo del tiempo. La amplitud de la onda es proporcional a la intensidad del sonido. En la imagen, se observan ondas complejas, lo que significa que el audio contiene una mezcla de diferentes frecuencias. No se puede determinar el contenido específico del audio solo con la forma de onda, más bien se puede precisar la intensidad con la cual se transmite el audio, teniendo en cuenta la duración del video de 2 minutos 57, 17 segundos. Algo que destacar es la intensidad de decibeles, en el descargado en la plataforma presenta 21.65 decibeles y en el descargado en YouTube presenta 21.64 decibeles.

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.

Figura 81

Análisis de espectrogramas de los audios originales de YouTube y Canvas



Básicamente en el análisis de los espectrogramas se pueden precisar las diferentes modulaciones de voz, donde se observa mayor color o intensidad, las cuales indican la música que presenta el audio y la menor intensidad los diálogos que se presentan, además de los diferentes sonidos presentes en el audio, el espectrograma utiliza diferentes colores o tonos para representar la intensidad de cada frecuencia en un momento dado. Los colores más brillantes u oscuros indican mayor energía o volumen en esa frecuencia.

Posteriormente de haber escuchado ambos audios juntos y tomando en cuenta la diferencia de aproximadamente 2 segundos, la frase que ha sido omitida en el audio subido a la plataforma de Canvas es “Me ha vuelto engañar”, que se encuentra entre el 1 minuto y 18 segundos y el 1 minuto y 21 segundos.

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

Capítulo 4. Balística

4.1. Introducción

La balística forense se enfoca en el estudio técnico de las armas de fuego, municiones, así como de las trayectorias, constituyéndose en elementos clave para comprender la dinámica de un hecho violento, examinando en este capítulo los distintos tipos de armamento, mecanismos de disparo y características de los proyectiles, así como su impacto sobre objetivos humanos. A través del análisis comparativo y aplicado, se busca establecer correspondencias entre los elementos balísticos y las señales presentes en cada escena.

4.2. Balística General

4.2.1. Planteamiento del caso.

Partes del arma de fuego.

Las armas de fuego se componen de numerosos elementos mecánicos, de los que destacan el cañón, el cargador, el guardamano, la empuñadura, el gatillo y el guardamonte. Todas integran un conjunto receptor, conformado por mecanismos internos como resortes, palancas y pistones. Es fundamental establecer una distinción técnica entre los componentes críticos y los elementos secundarios. Los componentes críticos son aquellos indispensables para el funcionamiento operativo del arma y su trazabilidad, ya que su modificación o sustitución puede comprometer la precisión en los procesos de identificación balística y dificultar los controles asociados a la regulación y comercialización de armas de fuego (ONU, 2020).

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.

Tabla 6

Partes principales del Arma de Fuego

Pieza/Componente	Descripción	Ejemplo
Cañón	Es un tubo de alta resistencia mecánica, diseñado para guiar el proyectil hacia el exterior del arma, asegurando una trayectoria controlada con parámetros óptimos de velocidad y estabilidad balística (Peritos Balísticos del Laboratorio de Criminalística Managua, Nicaragua, 2013)	
Cargador	Mecanismo responsable del almacenamiento y suministro de municiones en sistemas de disparo semiautomáticos o automáticos. Su configuración puede ser fija o desmontable, integrándose como parte esencial del ciclo de alimentación del arma de fuego.	
Empuñadura	Componente ergonómico que permite al usuario sostener y maniobrar el arma de forma estable. Su geometría y materiales influyen directamente en la precisión y el control durante la secuencia de disparo (Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, 2001).	
Gatillo	Dispositivo mecánico que, al ser accionado, inicia la secuencia de disparo. Su función principal es liberar el sistema percutor, el	

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.

	cual impacta el fulminante del cartucho para detonar la carga propulsora.	
Guardamonte	Componente que rodea y protege el gatillo, evitando activaciones accidentales por contacto involuntario.	
Cerrojo	Mecanismo que asegura la cámara durante el disparo y permite su apertura para la inserción de nuevos cartuchos. Es típico en pistolas semiautomáticas y rifles.	
Culata	Elemento estructural que proporciona soporte al sistema de disparo y al usuario, facilitando la absorción del retroceso y el alojamiento de la munición en algunos diseños.	
Bloque de cierre	Parte móvil que sella la recámara durante el disparo, evitando fugas de gases. Es esencial en armas de fuego modernas que operan con cerrojo.	
Recámara	Zona del cañón donde se posiciona la munición lista para el disparo, garantizando su alineación y contención durante la ignición.	

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.

Clip	Dispositivo que contiene varias municiones y que se introduce en el cargador de un arma de fuego.	
Cilindro	Componente rotativo del revólver que permite el disparo secuencial. Posee varios alojamientos para munición que actúan como recámaras y se alinean con el cañón al girar, permitiendo la repetición del disparo.	
Corredera	Parte móvil de las pistolas semiautomáticas que contiene el percutor y el extractor. Su movimiento, impulsado por retroceso, expulsa el casquillo y recarga una nueva munición automáticamente.	

Armas de artillería y armas ligeras.

Las armas de artillería y las armas ligeras se clasifican según sus características técnicas, aplicación operativa y contexto de empleo en combate. Las armas de artillería comprenden sistemas de armamento pesado diseñados para atacar objetivos a larga distancia. Estas incluyen cañones, obuses, lanzacohetes y morteros pesados, que pueden disparar proyectiles de gran calibre a distancias que van desde varios kilómetros hasta decenas de kilómetros. Su principal

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.

función es proporcionar apoyo de fuego indirecto, destruyendo fortificaciones, concentraciones de tropas o infraestructura enemiga. Debido a su tamaño y peso, suelen requerir vehículos especializados para su transporte y despliegue (Smithsonian, 2014).

Por otro lado, las armas ligeras son portátiles y están diseñadas para ser utilizadas por individuos o pequeños grupos de combatientes. Incluyen fusiles de asalto, pistolas, ametralladoras ligeras y escopetas, que emplean munición de pequeño calibre. Estas armas están destinadas al combate cercano o a media distancia, con un alcance efectivo que rara vez supera los cientos de metros. Su portabilidad y facilidad de uso las hacen ideales para enfrentamientos directos entre tropas (Amoroso et al., 2020).

En conclusión, mientras las armas de artillería se enfocan en el apoyo de fuego a larga distancia y requieren un despliegue logístico significativo, las armas ligeras son herramientas esenciales para el combate directo, destacando por su portabilidad y versatilidad. Ambas desempeñan roles complementarios en las operaciones militares, pero su diseño y uso táctico son claramente distintos.

Armas cortas y armas largas.

Según lo establecido en la normativa, se clasifica como arma de fuego corta a aquella cuyo cañón tiene una longitud igual o inferior a 30 centímetros, o cuya longitud total no supera los 60 centímetros.

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.

En contraste, las armas largas se caracterizan por poseer un cañón de más de 30 centímetros y una longitud total superior a 60 centímetros (G. J. J. González, 2023).

Figura 82

Esquema: Arma corta vs. Arma larga

Orden cronológico de la aparición de los mecanismo de disparo en las armas de fuego.

El primer mecanismo registrado fue la llave de mecha o arma de mecha (alrededor del 1475), desarrollada para permitir el disparo controlado de un arma de fuego. En este sistema, el arcabuz incorporaba una mecha de combustión lenta sostenida por una tenaza, ubicada al extremo de una palanca curva denominada serpentina. Al accionar una palanca en la parte inferior del arma, la serpentina descendía, colocando la mecha encendida en contacto con la

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.

cazoleta, donde se encontraba la pólvora fina, iniciando así el disparo. Por motivos de seguridad, la mecha debía ser retirada manualmente antes de proceder a la recarga del arma.

Segundo, se introducen las armas de rueda (1500), que incorporaban un mecanismo de fricción para accionar el disparo. Este sistema utilizaba una rueda de acero que, al girar por acción de un resorte, rozaba un fragmento de pirita, generando chispas que encendían la pólvora de cebado. La principal ventaja de este diseño era su capacidad de disparo rápido y con una sola mano, lo que representó un avance en términos de funcionalidad operativa.

Tercero, las Armas de Chispa (1570), utilizadas ampliamente en los siglos XVII, XVIII y XIX, introdujeron un mecanismo de ignición mediante percusión de piedra contra acero. Este sistema sustituyó a los anteriores (llave de mecha y llave de rueda), manteniéndose en uso durante más de dos siglos hasta la llegada de la percusión con cápsula fulminante.

Cuarto, las Armas de Pistón o de Percusión, cuyo primer diseño de pistola se atribuye a Marin le Bourgeoys, armero francés que la desarrolló en 1620. Este sistema incorporaba un martillo, una chimenea y una cápsula fulminante. La chimenea albergaba la cápsula, fabricada con fulminato de mercurio. Al accionar el martillo, se golpeaba la cápsula, detonando el compuesto, lo cual generaba una llama que se transmitía al interior del cañón a través de la chimenea, iniciando la combustión de la carga propulsora.

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.

Orden cronológico de la aparición de los distintos tipos de cartucho tras superar el período de las armas de avancargas.

La evolución de la cartuchería ha sido un proceso fundamental en el desarrollo de las armas de fuego, permitiendo mejoras en la seguridad, eficiencia y capacidad operativa. Posterior a la era de las armas de avancarga, donde los proyectiles y la pólvora se cargaban de manera manual en el cañón, surgieron diversas innovaciones que llevaron a la creación de cartuchos más funcionales y seguros. A continuación, se menciona en orden cronológico de la aparición de los distintos cartuchos:

Cartuchos de papel (mediados del siglo XIX).

Representaron una innovación inicial en la unificación de los componentes del disparo. Consistían en un cilindro de papel que integraba pólvora negra y proyectil, facilitando la recarga respecto a los métodos anteriores. No obstante, eran extremadamente inflamables, sensibles a la humedad y se degradaban con facilidad, lo que reducía su fiabilidad en condiciones adversas. Estas limitaciones motivaron su reemplazo progresivo por cartuchos más resistentes y seguros a finales del siglo XIX (Hogg, 2000).

Cartuchos metálicos de percusión anular (finales de siglo XIX).

Aparecieron para solventar las deficiencias de los cartuchos de papel. Utilizaban un casquillo metálico con el fulminante distribuido en el borde interno de la base. Al impactar el

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.

percutor en dicho borde, se generaba la ignición de la pólvora. Este diseño ofrecía mayor resistencia estructural, durabilidad y seguridad que sus predecesores, convirtiéndose en el estándar para armas de pequeño calibre durante varias décadas (Colaboradores de Wikipedia, 2025b).

Cartucho Lefaucheux o de espiga (mediados del siglo XIX)

Este cartucho metálico fue pionero en la integración de un fulminante dentro del casquillo, activado mediante una espiga lateral. Al impactar el percutor sobre dicha espiga, se provocaba la ignición de la carga. Su diseño, aunque actualmente obsoleto, ofrecía mayor seguridad y fue ampliamente empleado en revólveres de tambor. Constituye una etapa intermedia relevante en la transición hacia cartuchos metálicos más avanzados (Hogg, 2000).

Cartuchos metálicos de percusión central (finales del siglo XIX)

Constituyen uno de los avances más importantes en cartuchería. El fulminante se colocó en el centro de la base del casquillo, lo que permitió una ignición más uniforme, controlada y segura. Este tipo de cartucho permitió el uso de cargas de pólvora más potentes y calibres más altos, estandarizándose como munición principal en armas largas y cortas, tanto militares como civiles. Aún hoy siguen siendo ampliamente utilizados (Di Maio, 1999).

Cartuchos de escopeta (finales del siglo XIX)

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.

Surgieron como una variante especializada para armas de ánima lisa, como las escopetas. Están compuestos por una base metálica y un cuerpo de cartón o plástico, en cuyo interior se alojan múltiples proyectiles (perdigones o balines). Este tipo de cartuchos fue diseñado para producir un patrón de dispersión efectivo en distancias cortas, siendo ideal para caza, tiro deportivo y defensa (Heard, 2008).

Cartuchos modernos o de alta velocidad (siglo XX - actualidad).

Representan la evolución de los cartuchos de percusión central, adaptados al uso de pólvoras sin humo, fulminantes no corrosivos y materiales más avanzados como aleaciones ligeras y plásticos resistentes. Ofrecen una balística mejorada, velocidades supersónicas, menor retroceso y mayor precisión. Estos cartuchos se emplean actualmente en armamento militar, policial y deportivo, constituyendo el estándar en la mayoría de las aplicaciones modernas (Barnes, 2006).

Es importante mencionar que el desarrollo de los cartuchos marcó una transformación significativa en el uso de armas de fuego. Desde los cartuchos de papel hasta los modelos metálicos modernos, cada contribución mejora la seguridad, confiabilidad y desempeño de las municiones en los distintos contextos.

Partes de un cartucho.

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.

Se define al cartucho como un objeto que reúne en sí mismo todos los elementos necesarios para la producción del disparo en un arma de fuego: vaina contenedora y obturadora, bala, carga de proyección y cápsula detonadora. Las partes que conforman el cartucho se mencionan a continuación:

Son la vaina, la bala, la cápsula iniciadora y la carga de proyección (pólvora). En semimetálicos se incluiría el taco (Peritos Balísticos del Laboratorio de Criminalística Managua, Nicaragua, 2013).

Un cartucho es un objeto que contiene todo lo necesario para disparar en un arma de fuego. Sus partes son la vaina, la bala, la cápsula iniciadora y la carga de proyección, que es la pólvora. La vaina, también conocida como cápsula o casquillo, suele ser metálica, aunque también puede ser de plástico o cartón. Sus principales funciones son contener todos los elementos del cartucho, permitir que el arma funcione correctamente, sellar la recámara para evitar fugas de gases, resistir altas presiones y facilitar la extracción de la vaina después de disparar. Originalmente, la vaina se fabricaba con papel, pero entre 1850 y 1875 se empezó a usar papel arrollado.

La cápsula iniciadora es responsable de encender la pólvora y hace explosión al ser golpeada. Se elabora con materiales como acero y actualmente latón, y puede contener varios componentes explosivos. Existen diferentes tipos de cápsulas, como Berdan y Boxer, según su diseño.

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

La pólvora es el elemento que impulsa la bala aprovechando los gases generados por su combustión. Su combustión no es explosiva, sino que arde rápidamente y puede clasificarse en varios tipos, como pólvora negra y sin humo. Existen diferentes categorías según su composición química y forma de granos (Vanzetti, 2011).

La bala, o proyectil, es la parte que impacta el objetivo y se hace de varios materiales. Puede tener un solo componente, como plomo, o combinaciones de materiales. Sus partes son la base, el cuerpo, la punta y la envoltura (ONU, 2020).

El taco tiene múltiples funciones, como sellar el cartucho para aprovechar mejor los gases de combustión y proteger a los perdigones durante su trayecto por el cañón. Aunque los tacos inicialmente eran de fieltro o papel, la mayoría ahora son plásticos, ya que ofrecen mejor rendimiento y evitan fallos en el disparo.

La calidad del cartucho depende en gran medida del taco, ya que un buen taco asegura un mejor rendimiento del cartucho, especialmente cuando se usa con perdigones metálicos (MacLantarón, 2003).

Aportes del cañón estriado o poligonal frente al cañón liso en la evolución de las armas.

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

La evolución de los cañones ha tenido un impacto significativo en el rendimiento de las armas de fuego, ya que, desde los primeros cañones lisos hasta los modernos sistemas de estriado, cada mejora ha contribuido a optimizar la precisión, alcance y estabilidad del proyectil.

Tabla 7

Comparación entre el cañón estriado y cañón liso

Característica	**Cañón estriado**	**Cañón liso**
Precisión	Mayor precisión gracias al giro estabilizador de la bala.	Menor precisión debido a la falta de giro del proyectil.
Estabilidad	El giro impreso al proyectil mejora su estabilidad aerodinámica.	Menor estabilidad, especialmente en disparos a larga distancia.
Alcance	Mayor alcance debido a la mejor conservación de energía cinética.	Alcance limitado en comparación con el cañón estriado.
Velocidad de la bala	Incremento de la velocidad por reducción de la resistencia al aire.	Velocidad menor debido a la menor eficiencia aerodinámica.
Complejidad de fabricación	Más difícil de fabricar y requiere mecanizado preciso.	Más fácil de fabricar y mantener.
Cuidado y mantenimiento	Mayor desgaste por el contacto entre el proyectil y las estrías.	Menor mantenimiento y desgaste.

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 cañón estriado contiene surcos helicoidales en su interior, lo que obliga al proyectil a girar sobre su eje longitudinal al ser disparado. Este efecto giroscópico reduce la desviación lateral y mejora la precisión (Cabrera-Peralta, 2024).

Por otra parte, los cañones lisos, utilizados principalmente en escopetas y ciertos tipos de artillería, permiten disparar municiones múltiples como perdigones o proyectiles especializados; y a pesar de que tienen un alcance y precisión limitados, su ventaja radica en la simplicidad y adaptabilidad a diferentes tipos de munición (Heard, 2008).

Es importante tomar en cuenta, que el cañón estriado ha sido una mejora crucial en la evolución de las armas de fuego, permitiendo disparos más precisos, estables y de mayor alcance, más hay que tomar en cuenta que, el cañón liso sigue teniendo aplicaciones en armas de corto alcance y al impacto, como las escopetas.

Aportes de las distintas formas de los proyectiles.

Los proyectiles tienen sus características particulares dependiendo del tipo de arma de fuego, diseño específico del arma elaborada por el fabricante, en base a esto se puede indicar que existen:

Proyectiles de forma cilíndrica. Este tipo de proyectil presenta una relación longitud-calibre que varía entre 1.3:1 y 3:1, dependiendo del paso de estriado del cañón y de la velocidad

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

de salida. Con la introducción de los cañones rayados, se inició una evolución técnica enfocada en mejorar la precisión balística a mayores distancias (Galán Talents, 2018).

Proyectiles de forma cónica. El proyectil de forma cilindro-cónica fue desarrollado en 1832 por el Capitán John Norton del 34.º Regimiento del Ejército Británico. Su diseño incluía una base hueca que, al ser disparada, se expandía para adaptarse al diámetro interior del cañón, asegurando un mejor sellado de gases. La inspiración para este diseño provino de la observación de cerbatanas utilizadas en la India, donde se usaban dardos con una base de médula elástica de shola, que se expandía al contacto con las paredes internas, evitando la fuga de aire (Colaboradores de Wikipedia, 2021).

Proyectiles de forma puntiaguda. Se caracterizan por su diseño afilado, similar al de un proyectil de flecha, optimizado para proyectiles de alta velocidad. Su geometría mejora la penetración y la estabilidad balística durante el vuelo.

Proyectiles de forma hueca. Este tipo de proyectil posee una cavidad en la punta que facilita su expansión al impactar, generando un mayor daño sin atravesar completamente el objetivo. Se emplean en situaciones que requieren penetración controlada, como en entornos sensibles donde un proyectil pasante podría comprometer otras estructuras (por ejemplo, dentro de una aeronave).

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.

En tiro deportivo, su uso favorece una mayor precisión gracias al "meplat" (zona plana frontal del proyectil). Aunque las balas huecas suelen tener menor coeficiente balístico que las puntiagudas, presentan un comportamiento más predecible ante perturbaciones aerodinámicas.

Algunas variantes de proyectiles de punta hueca están integradas en balas con cubierta plástica, diseñadas para conservar propiedades aerodinámicas similares a las de una bala tipo Spitzer (perfil afilado con baja resistencia), combinadas con el efecto de expansión en el blanco (Colaboradores de Wikipedia, 2025a).

Uso de cartuchos con multiproyectil.

Su uso es debido a que aumentan la probabilidad de impacto en diferentes objetivos, estos cartuchos son utilizados mayoritariamente por escopetas. Se debe tomar en cuenta que los proyectiles utilizados para los cartuchos de proyectil múltiple son: perdigones o postas Los componentes del cartucho de proyectil múltiple son los siguientes:

Opértaculo de apertura: Componente del cartucho de proyectil múltiple que actúa como cierre frontal. Durante el disparo, se abre debido a la presión generada por la pólvora, permitiendo la expulsión de los proyectiles contenidos en el cartucho.

Perdigones o postas: Estos proyectiles esféricos, comúnmente utilizados en cartuchos de escopeta, pueden estar fabricados en plomo y se clasifican según su tamaño y masa:

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.

Perdigones. Son esferas pequeñas con diámetros que varían entre 1.01 mm (0.04") y 4.57 mm (0.18"), y un peso que oscila entre 0.0062 g y 0.5670 g. **Postas.** De mayor tamaño, presentan diámetros entre 6.09 mm (0.24") y 9.14 mm (0.36"), con pesos entre 1.334 g y 5.670 g.

En la actualidad, algunos usuarios modifican estos cartuchos sustituyendo los proyectiles por objetos como clavos, tornillos o fragmentos metálicos, con la intención de aumentar el daño, aunque esta práctica es peligrosa e ilegal.

Casquillo semimetálico: Este tipo de casquillo combina materiales como cartón, plástico duro o una base metálica para soportar la presión del disparo. La base metálica, generalmente de latón (aleación de 70% cobre y 30% zinc), permite el anclaje del fulminante y proporciona rigidez.

En estos diseños, sólo una parte del casquillo está hecha de latón y es donde se inserta el fulminante o detonador, necesario para iniciar la combustión de la carga propulsora.

Taco: Elemento fabricado en plástico, cartón o fieltro que actúa como separador entre la carga de proyección (pólvora) y los proyectiles (postas o perdigones). Durante el disparo, también funciona como amortiguador, regulando la presión generada por la combustión de la pólvora.

Este componente puede servir como indicador balístico forense en disparos a corta distancia, ya que al impactar en el cuerpo o en superficies cercanas, permite estimar la distancia

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.

del disparo. En pruebas periciales se ha observado que el taco puede alcanzar una distancia de hasta 25 metros desde la boca del arma.

Taza: Parte interna de la base del cartucho, generalmente metálica, que aloja el detonador y sirve de soporte para la carga de proyección.

Detonador, fulminante o cápsula fulminante: Es una pieza metálica que contiene un explosivo primario (como fulminato de mercurio) que se activa por impacto, fricción o calor.

Al recibir el golpe del percutor, genera una llama que atraviesa orificios llamados "oídos", dirigidos hacia la carga de proyección, iniciando así la combustión del propelente.

Este componente es clave para la ignición del cartucho, ya que transforma una energía mecánica en energía térmica capaz de detonar el resto del contenido balístico.

Este componente contiene un explosivo primario, es decir, una sustancia altamente sensible que se activa mediante estímulos externos como llama, fricción, impacto, descarga eléctrica, o radiación. Un ejemplo clásico es el fulminato de mercurio, razón por la cual se le denomina fulminante o cápsula fulminante.

Las investigaciones recientes han demostrado que este compuesto es altamente corrosivo, motivo por el cual ha sido reemplazado por alternativas como azida de plomo o estifnato de plomo, que conservan propiedades detonantes similares, pero con menor efecto corrosivo.

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.

Carga de proyección (pólvora): Este compuesto propulsor atraviesa varias etapas durante su deflagración en el ciclo de disparo:

Fase 1 - Ignición. Encendido inicial de la carga propulsora mediante una fuente térmica directa, iniciando el proceso de combustión.

Fase 2 - Inflamación: Propagación del fuego desde el punto de ignición hacia el resto del material, generando una reacción en cadena entre los granos de pólvora.

Fase 3 – Combustión. Transformación completa de los granos de pólvora en gases, cuya rápida expansión impulsa el proyectil a través del cañón (G. J. J. González, 2021).

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

4.3. Balística Interna y Externa

4.3.1. Planteamiento del caso.

Como caso práctico de la identificación de tipos de armas, se estudiará una escena de un crimen en el que intervienen 5 tipos de armas.

Contexto.

En la escena del crimen del caso que se ocupa, se encuentran 4 víctimas situadas todas ellas a no más de 10 m de distancia, las cuales portan un arma cada una de ellas.

El finado nº 1, decúbito supino, presenta 2 impactos de 38 mm en la parte delantera del torso, y en su mano sostiene un arma cuyo cargador ostenta 5 cartuchos menos. A su derecha y a la altura de la cabeza aparecieron 5 casquillos de 9 milímetros.

El finado nº 2, decúbito lateral, presenta 2 impactos de 9 mm Parabellum en su cabeza y en su mano se encuentra un arma manipulada y corta, que no ha sido disparada, ya que alojan en el interior de sus dos cañones dos cartuchos de 12 mm sin percutir. A su alrededor no hay vainas procedentes de esta arma.

El finado nº 3, decúbito prono, presenta 3 impactos de 9 mm Parabellum en la espalda y debajo de ellos, a la altura de la cintura, un impacto de grandes dimensiones, al parecer producido por proyectiles múltiples. En su mano un arma que como se advierte al abrir el tambor, se ha disparado dos veces.

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 finado nº 4, decúbito prono, tiene bajo el cuerpo un arma larga de dos cañones y a su derecha se pueden ver tres vainas de cartuchos de 12 mm. El finado presenta estallido del cráneo completo, sin que se consiga ver el tipo de proyectil que impacto en el, pero por las heridas se logra deducir que es un proyectil de grueso calibre a muy alta velocidad.

Analizando a cada uno de los finados, se puede conocer el tipo de arma que portan y sobre quien han disparado cada uno de ellos, si bien podría faltar una quinta arma que se tendrá que definir.

1. **Describir con claridad una pistola, un revólver, un arma larga mono proyectil, un arma larga multiproyectil y un arma larga manipulada.**

   Pistola.

La pistola es un arma de fuego corta, de operación semiautomática o automática, diseñada para ser utilizada con una sola mano. Su principio de funcionamiento se basa en la energía de retroceso generada por la combustión de la pólvora, lo que permite ejecutar de forma secuencial tres funciones: expulsión del casquillo, recarga del siguiente cartucho y rearme del mecanismo de disparo.

Este ciclo automático le otorga una alta cadencia de tiro y la convierte en un arma preferida en entornos tácticos, policiales, militares y de defensa personal (Di Maio, 1999).

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.

- **Componentes principales**: cañón, corredera, cargador, martillo, disparador, sistema de percusión y mecanismos de seguridad (Heard, 2008).
- **Ventajas**: mayor capacidad de munición en comparación con el revólver, posibilidad de recarga más rápida y menor esfuerzo físico durante el disparo (ONU, 2020).

Revólver.

Esta arma corta de fuego se caracteriza por su tambor rotatorio, el cual contiene entre cinco y ocho recámaras que alojan cartuchos individualmente. Este tambor gira cada vez que se acciona el gatillo (doble acción) o al montar el martillo manualmente (simple acción), alineando una recámara con el cañón y permitiendo así el disparo. Aunque su capacidad de fuego es inferior a la de la pistola, su diseño mecánico simple y robusto le confiere una gran fiabilidad, incluso en condiciones adversas (Smithsonian, 2014).

- **Componentes principales**: tambor, cañón, disparador, martillo percutor, extractor y mecanismos de seguridad.
- **Ventajas**: alta fiabilidad mecánica, mantenimiento sencillo, mayor precisión en disparos individuales debido a su mecánica directa.

Arma larga mono proyectil.

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.

Las armas largas monoproyectil se caracterizan por disparar un único proyectil por cada cartucho o disparo, a diferencia de las armas multiproyectil (como las escopetas), que dispersan múltiples proyectiles (perdigones). Este tipo de armamento se distingue por su alta precisión, largo alcance y eficiencia balística, siendo ampliamente utilizado en labores de caza mayor, de estilo deportivo como el tiro y en el ámbito militar (Di Maio, 1999).

Entre los principales modelos de este tipo de armamento se incluyen:

- **Rifles de cerrojo**: Funcionan mediante un mecanismo manual de cerrojo que el tirador debe accionar para cargar una nueva bala tras cada disparo. Son altamente precisos y confiables, especialmente en contextos de francotiradores o caza de larga distancia.
- **Rifles semiautomáticos de precisión**: Utilizan mecanismos que permiten disparar un proyectil por cada presión del gatillo, recargando automáticamente el siguiente cartucho. Suelen emplearse en contextos deportivos o tácticos.
- **Rifles de palanca o de acción rectilínea**: Aunque menos comunes, son mecanismos manuales que también disparan un solo proyectil por ciclo de disparo y recarga.

Es importante recalcar que, aunque una escopeta de un solo cañón puede parecer similar en su operación (un cartucho por disparo), su munición suele contener múltiples proyectiles (perdigones), por lo que no debe clasificarse como arma monoproyectil, salvo en casos excepcionales en que se utilicen cartuchos bala (slug), lo cual no es lo habitual (Heard, 2008).

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

Arma larga multiproyectil.

El arma larga multiproyectil, como su nombre lo indica, es un tipo que dispara múltiples proyectiles con un solo disparo. El ejemplo más común es la escopeta, que puede disparar cartuchos de postas o perdigones, dispersando los impactos en un área más amplia (Fernández Moreno, 2025).

- **Características principales:** no posee estrías en el cañón (ánima lisa), mayor diámetro de munición, fuerte retroceso.
- **Uso:** combate cercano, caza menor y operaciones policiales.

Arma larga manipulada.

Se denomina arma larga manipulada a aquella cuyo diseño original ha sido modificado de manera física o estructural, con el fin de alterar su rendimiento balístico, su tamaño, su letalidad o su capacidad de ocultamiento. Estas modificaciones van más allá de simples accesorios, e implican cambios que pueden alterar las condiciones legales del arma y sus efectos balísticos (Fernández Moreno, 2021).

Algunas de las manipulaciones estructurales más comunes incluyen:

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.

- **Recorte del cañón**: Reducción de la longitud del cañón, lo que disminuye la precisión y alcance del proyectil, pero mejora la portabilidad. Es una práctica frecuente en armas destinadas a uso delictivo o en combate urbano, ya que facilita su ocultamiento.
- **Modificación del mecanismo de disparo**: Alteraciones que permiten ráfagas automáticas en armas originalmente semiautomáticas, lo cual cambia radicalmente el comportamiento del arma.
- **Remoción de dispositivos de seguridad**: Puede aumentar la velocidad de disparo, pero compromete el control del arma y eleva el riesgo de disparos accidentales.
- **Adaptaciones para uso de municiones no convencionales**: Como la alteración de la recámara para aceptar calibres distintos.

Un ejemplo común de arma manipulada es la **escopeta recortada**, en la cual el cañón ha sido cortado para reducir el tamaño total. Aunque mantiene la potencia del disparo, pierde precisión y amplía el patrón de dispersión, lo que la vuelve más letal a corta distancia, pero menos eficaz a largo alcance (Heard, 2008).

2. **Distinguir y describir la diferencia entre marcas de clase y marcas de identidad y describir cuales de estas se encuentran en el casquillo y cuales en el proyectil.**

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.

Marcas de clase.

Las marcas de clase con comunes y generales a un grupo de armas de fuego o municiones, estas marcas permiten identificar el tipo, modelo o calibre del arma utilizada, pero no puede identificar un arma en específico. Son el resultado de los elementos de diseño y fabricación del arma, principalmente por el paso del proyectil a través del cañón estriado y la interacción del casquillo con los mecanismos internos del arma (Aguilar, 2022).

Marcas de identidad.

Por otro lado, las marcas de identidad resultan ser únicas e irrepetibles, permiten identificar un arma de fuego en particular. Se generan por el desgaste del uso y las imperfecciones del mecanismo del arma, lo que hace que cada disparo deje marcas únicas en el casquillo y proyectil. Estas marcas se generan por el contacto entre las partes más internas del arma y los elementos balísticos durante el proceso de disparo (Peritos Balísticos del Laboratorio de Criminalística Managua, Nicaragua, 2013). Adicional, con este tipo de huellas resultantes se permite la comparación entre evidencias balísticas y disparos de prueba, con el fin de identificar el arma que produjo dichas marcas.

Casquillo.

Marcas de Clase: Incluyen el tamaño y forma del casquillo, la posición del fulminante y el tipo de percutor del arma.

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.

Marcas de Identidad: Se generan por el impacto del percutor, la acción del extractor y del expulsor, y el roce con la recámara del arma.

Proyectil.

Marcas de Clase: Incluyen el calibre, el tipo de estriado y el número de estrías del cañón.

Marcas de Identidad: Son las marcas dejadas por el ánima del cañón debido a sus estrías y campos, que son únicas en cada arma debido al desgaste y uso.

3. **Describir las armas que portan cada uno de los finados (las 4) y clasificar el tipo de arma.**

Tabla 8

Identificación de armas de los finados

Finado	**Arma**		**Disparos**	**Clasificación**
N°1		Pistola semiautomática	5 veces	Arma corta, semiautomática, monoproyectil.
N°2		Escopeta recortada (modificada)	No disparó.	Arma larga manipulada, multiproyectil.

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.

N°3		Revolver	2 veces.	Arma corta, de repetición, monoproyectil.
N°4		Escopeta semiautomática calibre 12	3 veces.	Arma larga, semiautomática, multiproyectil.

4. **Describir el tipo de arma de fuego que podría faltar en la escena (la quinta arma).**

Debido al daño causado al finado nº. 4 se sugiere que se usó un arma de fuego de grueso calibre tal como un fusil de precisión o rifle de grueso calibre, ya que este tipo de arma es capaz de disparar proyectiles a alta velocidad que pueden causar heridas como la descrita en el caso.

5. **En la escena descrita, ¿solo intervienen los cuatro finados o interviene un quinto?**

Si, en la escena del crimen intervino un quinto individuo, además de los cuatro finados. La clave para determinar esto se halla por el impacto del proyectil de grueso calibre y alta velocidad en el finado número 4, así como en las evidencias balísticas. Con respecto al primer punto, el daño causado al finado nº4 no parece corresponder con ninguna de las armas que los finados portaban, ya que ninguna de estas genera un impacto con la velocidad y calibre necesarios para causar un estallido completo de cráneo como se describe.

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.

Respecto a la evidencia balística, en la escena hay casquillos de 9mm y cartuchos de 12mm, pero no se menciona ninguna vaina o cartucho correspondiente al arma que habría causado la herida fatal del finado nº4. Lo que sugiere que un quinto individuo pudo haber usado un arma distinta y no haberla dejado en la escena llevándosela con él o ella.

6. Dibujar la escena.

Figura 83

Escena del Crimen Finado nº1

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.

Figura 84

Escena del Crimen Finado nº2

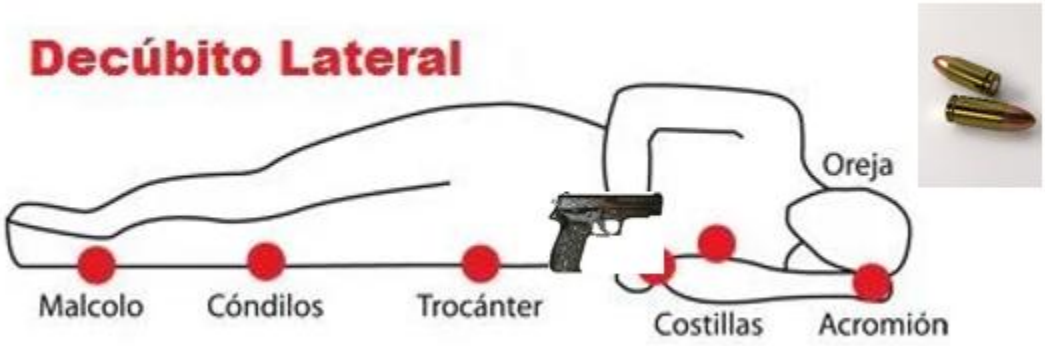


Figura 85

Escena del Crimen Finado nº3

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.

Figura 86

Escena del Crimen Finado nº4

7. **Intentar adivinar el orden de los disparos.**

Después del análisis de las armas que cada uno de los finados tenía y sobre todo el estudio de los indicios, se llegó a esta suposición:

- **Finado 1:** Dispara a **finado 2** impactando en su cabeza (2 disparos).
- **Finado 3:** Dispara al **finado 1** en la parte delantera del torso (2 disparos).
- **Finado 1:** Dispara a **finado 3** en su espalda (3 disparos).
- **Finado 4**: Dispara a **finado 3** a la altura de la cintura (3 disparo).
- **Persona 5:** disparando al **finado 4,** estallido del cráneo completo (1 disparo).

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

4.3. Balística de Efectos

4.3.1. Planteamiento del caso.

Como caso práctico, se intentará identificar las distancias a las que se ha disparado cada arma, para ello se va a establecer una escena del crimen, en la que intervienen 5 individuos.

Contexto.

En la escena del crimen del caso que se ocupa, se encuentran 5 víctimas, las cuales portan un arma cada una de ellas, estando situadas a distintas distancias unas de otras. En la escena se encuentran 8 casquillos, 3 de ellos de calibre .38 Special - (9×29 mmR) y 5 de ellos de 9mm – (9 × 19 mm).

El finado nº 1, decúbito lateral, presenta dos impactos en el costado de forma circular de unos 9 mm de diámetro, con cintilla contusita en ambas, una de ellas sin cerco de limpieza y la otra con cerco de limpieza. Ambas presentan ausencia de tatuaje.

El finado nº 2, decúbito prono, presenta una herida contusa de bala, en la que no se puede observar claramente el calibre (unos 18,53 mm), presentando una forma estrellada y un anillo de humo producido alrededor del orificio.

El finado nº 3, decúbito supino, presenta un impacto en el parietal derecho con un ahumamiento en el orificio de entrada de 9mm.

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 finado nº 4, decúbito prono, presenta 3 orificios de entrada en el torso de forma ovalada con cintilla de contusión y cerco de limpieza. Una de las heridas presenta calco del tejido superficial sobre profundo y las otras dos heridas presentan partículas amarillentas y un tatuaje denso y piel apergaminada.

El finado nº 5, decúbito supino presenta un orifico de entrada, con presencia de ahumamiento y granos de pólvora, pero sin signos a apergaminamiento en la piel.

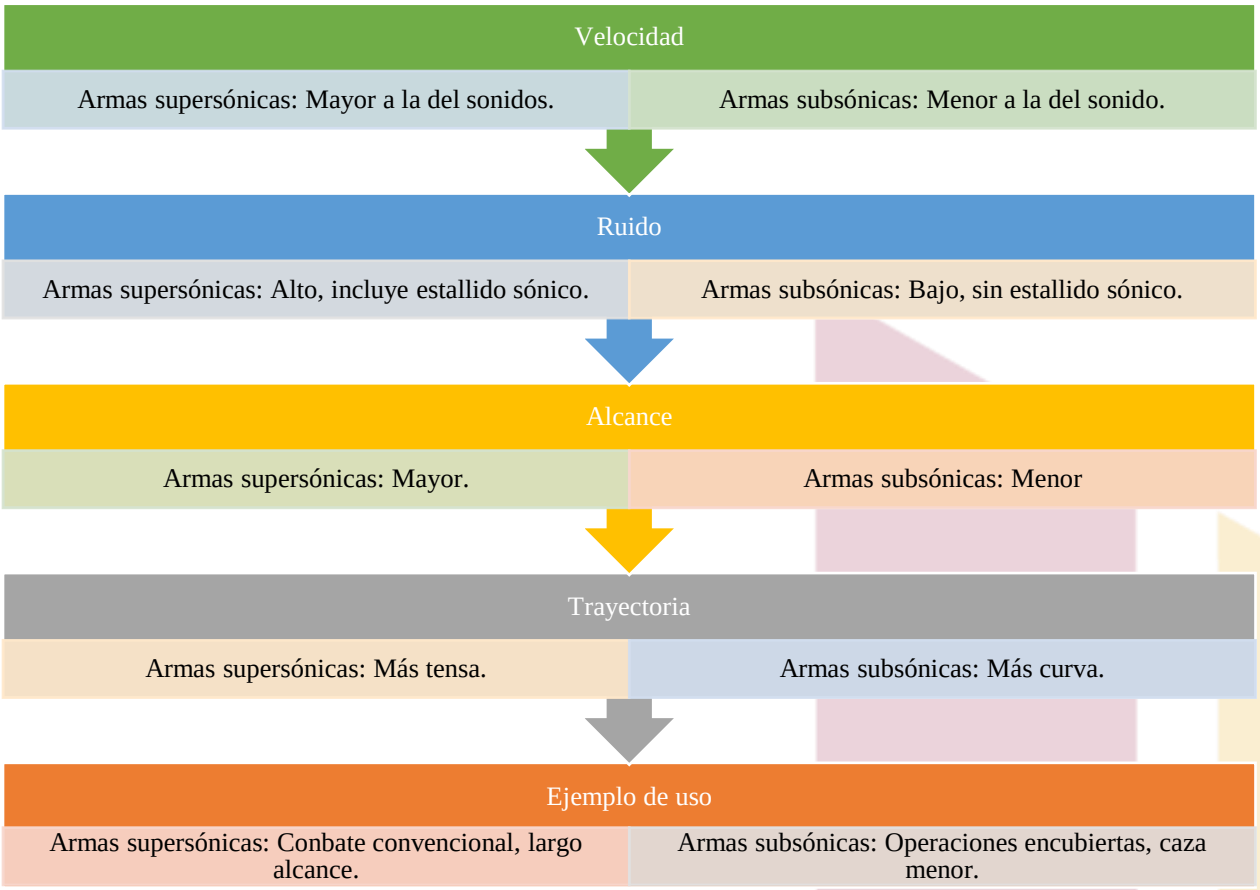
1. **Distinguir entre armas subsónicas y supersónicas, poner un ejemplo de 2 calibres para cada una de estas.**

Este tipo de armas han sido diseñadas para que funcionen a velocidades basadas en la velocidad del sonido (Hernández Franco, 2020).

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.

Figura 87

Mapa conceptual - Diferencia entre armas supersónicas y subsónicas



2. **Se puede enunciar que el efecto biológico del proyectil va a depender de la cavitación (hueco que produce el calibre al impacto con el tejido del blanco, cavidad temporal), no solo la trayectoria, por tanto, de la cesión de energías. Definir qué efectos van a producir las velocidades siguientes sobre una víctima:**

Velocidades de 36 m/seg, de 61 m/seg, de 122 m/seg, de más de 600 m/seg o más de 800

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.

m/seg y exponga aproximadamente las velocidades de salida de la boca de fuego de proyectiles de Armas cortas y Armas largas.

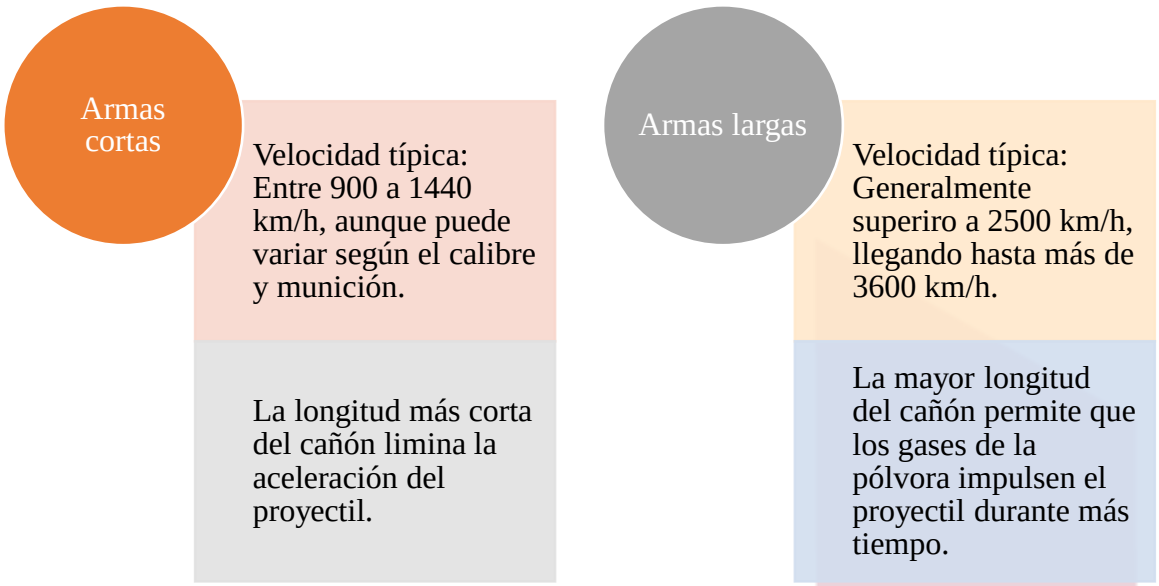
El efecto biológico de un proyectil sobre una víctima está relacionado con la velocidad de este y la energía que este transfiere al impactar.

- **Velocidades de 36 m/seg (aproximadamente 130 km/h):** Puede atravesar la piel humana.
- **Velocidades de 61 m/seg (aproximadamente 220 km/h):** A esta velocidad, el proyectil puede causar daños más significativos en tejidos blandos y posiblemente fracturas óseas.
- **Velocidades de 122 m/seg (aproximadamente 440 km/h):** A esta velocidad, el proyectil tiene suficiente energía para causar lesiones graves. Se pueden observar daños extensivos en órganos internos y tejidos, además de un alto riesgo de hemorragias internas debido a la cavitación y a la transferencia de energía.
- **Más de 600 m/seg (aproximadamente 2160 km/h):** Existe efecto hidrodinámico en tejidos.

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.

Figura 88

Mapa Conceptual - Velocidad dependiendo del tipo de arma



3. **Describir brevemente en que consiste el poder de perforación, de penetración y detención o parada de un proyectil.**

El poder de perforación, penetración y detención o parada de un proyectil son conceptos fundamentales en balística de efectos y están relacionado con la energía y el impacto del proyectil sobre el blanco:

- Poder de Perforación: Tiene que ver con la capacidad del proyectil para atravesar un material o superficie. Depende del tipo de proyectil, es decir, blindado, semiblindado, plomo desnudo, etc.; su forma y la resistencia del blanco. Los proyectiles perforantes

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.

suelen usarse en contextos militares o policiales cuando es necesario atravesar materiales como chalecos antibalas o estructuras rígidas.

- Poder de Penetración: Tiene que ver con la energía cinética del proyectil en el punto de impacto, la cual se calcula usando la siguiente fórmula:

$E = ½ mv2$

m = masa del proyectil

v = velocidad

Cuanto mayor sea la velocidad y la masa, mayor será la capacidad de penetración. Un proyectil que impacta sobre un blanco blando tendrá mayor penetración que sobre un blanco duro, donde puede perder energía por deformación o fractura.

- Poder de detención o parada: Es la aptitud del proyectil para detener la acción del objetivo, generalmente un agresor. Depende de la cantidad de energía liberada en el impacto, su deformación y el daño que causan los tejidos. Un proyectil de mayor calibre o con punta blanda tiende a acceder más energía en el impacto, provocando un mayor efecto de choque y parando al blanco de manera más efectiva.

4. **La distancia de disparo puede resolverse con mayor o menor precisión, en función del estudio de las características que presenta el orificio de entrada, definir la distancia de este tipo de disparos:**

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

El análisis de la distancia de disparo es esencial en balística forense, ya que permite estimar desde qué distancia fue disparada un arma en función de las alteraciones observadas en el orificio de entrada. Esta clasificación se basa en los efectos causados por los residuos del disparo, la presión de los gases, el calor, y la deformación del tejido impactado.

A boca de jarro o bocajarro.

Se refiere al disparo hecho con la parte del cañón del arma en contacto directo con la piel o con una leve presión sobre ésta. El disparo a bocajarro genera efectos característicos como:

- Orificio irregular y desgarrado.
- Signo de Benassi: depósito de residuos de pólvora en tejidos profundos, como resultado de la entrada de gases y partículas a través del orificio.
- Quemaduras, ahumamiento interno y laceración por presión de gases. Según (Di Maio, 1999), estos efectos se deben a la acción simultánea del proyectil, los gases en expansión y los residuos de combustión.

A quemarropa.

Es un disparo realizado a una distancia muy próxima sin llegar al contacto directo, habitualmente entre 1 y 30 cm. Características principales:

- Ahumamiento superficial visible en la piel.

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.

- Tatuaje o incrustación de pólvora no quemada (stippling), que puede penetrar la epidermis.
- Puede observarse apergaminamiento cutáneo.

No hay signo de Benassi, pero sí presencia de residuos que permiten determinar una distancia precisa (Saukko & Knight, 2004).

A corta distancia.

Rango estimado entre 30 cm y 1 metro, dependiendo del tipo de arma y la munición. Se caracteriza por:

- Orificio limpio, sin quemaduras.
- Posible tatuaje muy leve o ausente.
- Cerco de limpieza (halo alrededor del impacto producido por residuos grasos).

El daño depende del calibre y tipo de proyectil, pero ya se reduce notablemente la presencia de residuos de disparo (Houck & Siegel, 2010).

A larga distancia.

Disparo realizado a más de 1 metro del objetivo. En este caso:

- El orificio de entrada es regular, pequeño, limpio y de forma circular.
- Ausencia total de tatuaje o ahumamiento.

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.

– No hay acción térmica ni residuos en la piel.

Este tipo de disparo requiere mayor precisión y control por parte del tirador, y suele dejar una lesión exclusivamente causada por el impacto del proyectil (National Institute of Justice, 2023).

5. Describir la distancia de disparo de cada finado.

Se debe tener en cuenta que el análisis de la distancia del disparo se basa en las características del orificio de entrada y la presencia o ausencia de signos como ahumamiento, tatuaje de pólvora y anillo de limpieza.

– Fallecido nº 1: Presenta dos impactos circulares de 9MM sin tatuaje. Esto indica que el disparo fue a larga distancia (más de 1 m).

– Fallecido nº 2: Tiene una herida de forma estrellada con un anillo de humo. Este patrón es típico de un disparo de boca de jarro (arma en contacto con la piel).

– Fallecido nº 3: Según se menciona, tiene un impacto en el parietal derecho con AUMA amiento. Esto sugiere un disparo a corta distancia (entre 30 CM y 1 m).

– Fallecido nº 4: Según el caso, presenta tres orificios de entrada en el torso con cintilla de contusión y tatuaje denso, lo que indica un disparo a quemarropa (menos de 30 cm).

– Fallecido nº 5: El orificio de entrada con abombamiento y grano de pólvora, pero sin piel apergaminada. Indica un disparo a corta distancia (entre 30 cm y 1 m).

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.

6. **Describir el tipo de arma de fuego que podría haber producido estos efectos.**

Basado en el análisis de las lesiones descritas en el escenario del caso:

- **Fallecido nº 1:**

  Heridas de 9 mm, sin tatuaje, una con cerco de limpieza.

  Arma probable: arma corta (pistola semiautomática de 900), disparo a larga distancia.

- **Fallecido nº 2:**

  Herida estrellada de 18,53 mm, con anillo de humo.

  Esto indica un disparo a quemarropa con arma de cañón corto y gran calibre.

  Arma probable: revólver .38 Special (9×29 mmR) u otra arma corta de gran calibre.

- **Fallecido nº 3:**

  Impacto en parietal derecho, con ahumamiento.

  Disparo a corta distancia.

  Arma probable: arma corta de 9 mm, posiblemente pistola semiautomática.

- **Fallecido nº 4:**

  Múltiples heridas con tatuaje, piel apergaminada, y calco de tejido.

  Presencia de signos de disparo a boca de jarro y a quemarropa.

  Arma probable: arma larga, dada la dispersión de impactos y energía.

- **Fallecido nº 5:**

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

Herida con ahumamiento y granos de pólvora, sin apergaminamiento.

Indica un disparo a menos de 50 cm, con arma de alta velocidad.

Arma probable: arma larga, posiblemente fusil o escopeta.

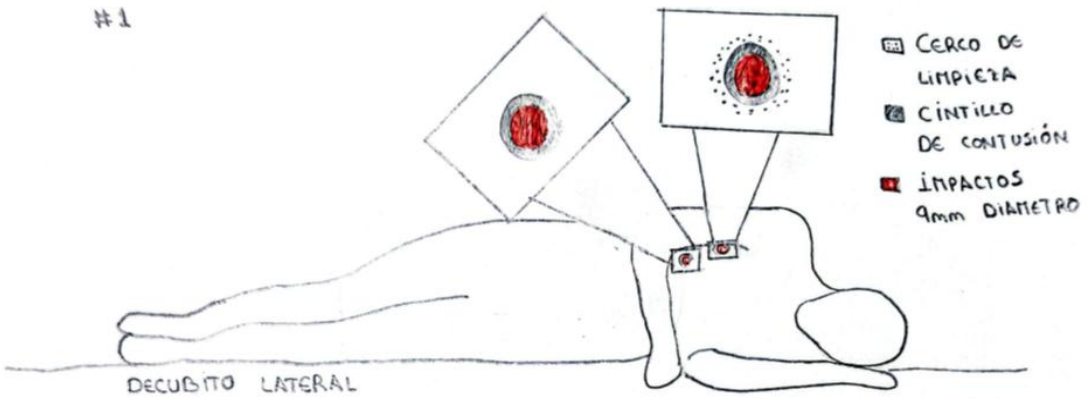
7. **En la escena que se ocupa, ¿solo intervienen los cinco finados o interviene un sexto?**

Después de un análisis detallado y pormenorizado de los finados que intervienen, pero sobre todo de sus heridas, se puede determinar que existe un sexto interviniente, ya que existe un finado con un impacto de 18.53 mm; quiere decir que existió este sexto interviniente que disparó con una escopeta calibre 12.

8. **Dibujar la escena con precisión y claridad forense.**

Figura 89

Finado nº1



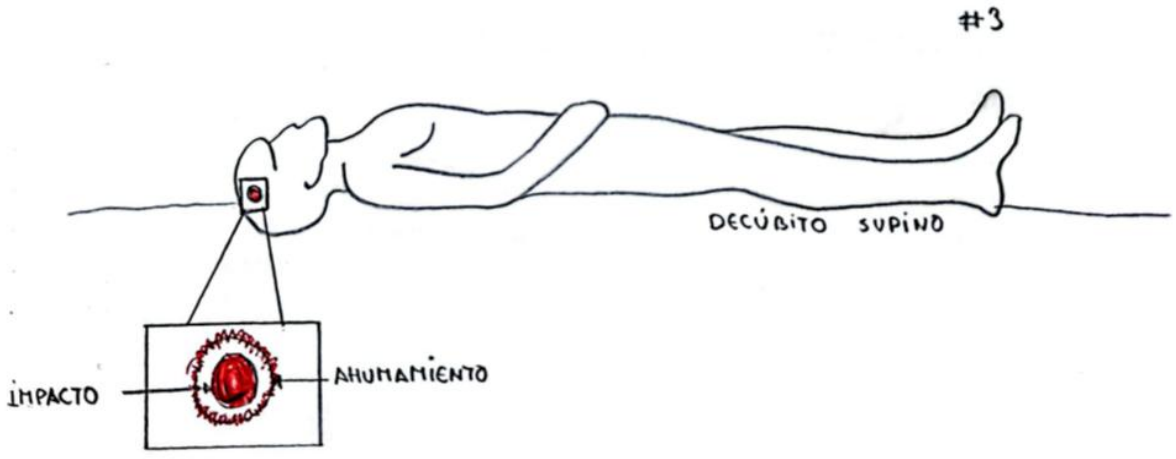
Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones,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

Figura 90

Finado nº2

Figura 91

Finado nº3



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.

Figura 92

Finado nº4

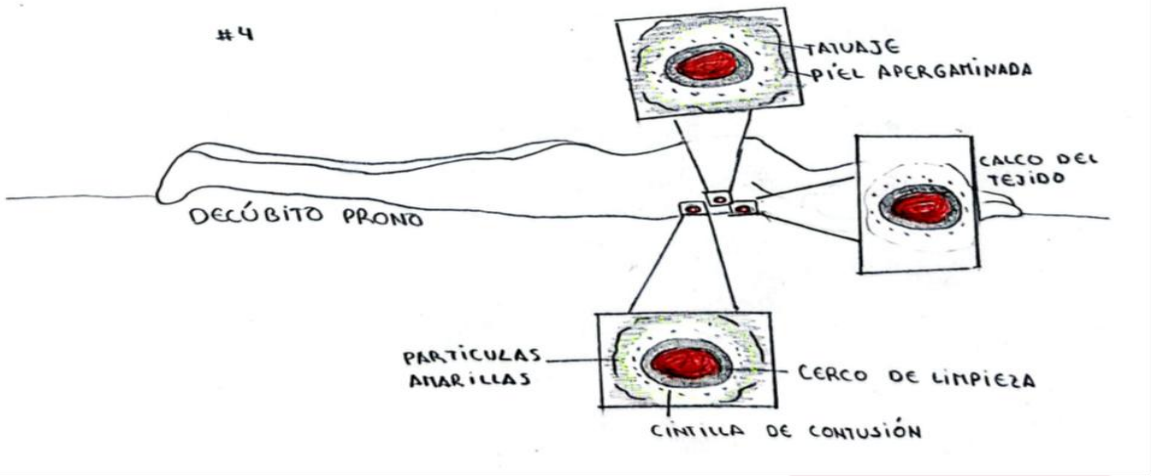
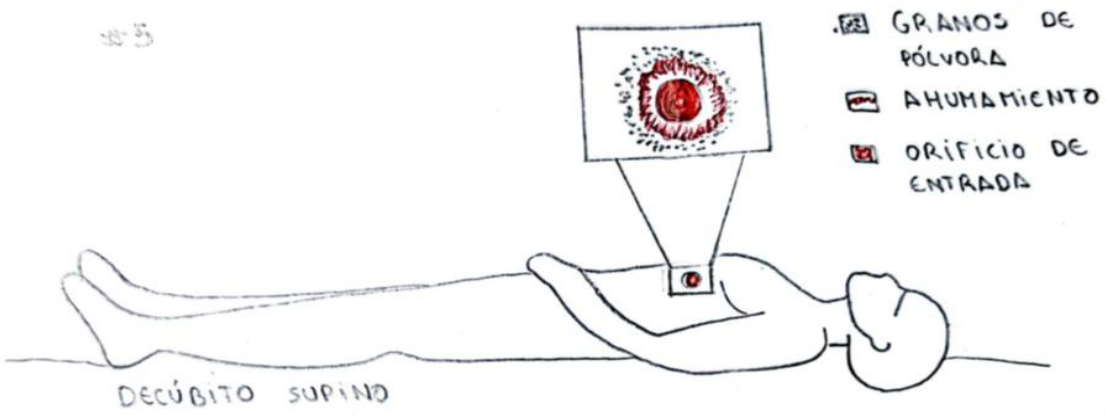


Figura 93

Finado nº5



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.

9. Definir el orden de los disparos.

Para determinar el orden de los disparos, se toma en cuenta la distancia de los impactos, la presencia de ahumamiento, tatuaje y cerco de limpieza:

- Primer disparo al finado nº 2 ya que la herida en forma de estrella y el anillo de humo indica un disparo a contacto o a muy corta distancia.
- Segundo disparo al finado nº 3, el impacto en lado parietal derecho del cerebro con ahumamiento sugiere un disparo a corta distancia.
- Tercer disparo al finado nº 5, la percepción de un orificio con ahumamiento y granos de pólvora, pero sin piel apergaminada, indica un disparo a media distancia.
- Cuarto, quinto y sexto disparo al finado nº 4, quien recibió tres disparos, al tener una de sus heridas calco del tejido superficial, sugiere que estaba en movimiento o flexionado, los otros dos disparos por sus tatuajes y piel apergaminada ocurrieron a corta o intermedia distancia.
- Séptimo y octavo disparo al finado nº1, debido a que tiene dos disparos de 9mm con ausencia de tatuaje, sugiere un disparo a mayor distancia.
- El orden sugiere un enfrentamiento donde los primeros disparos ocurrieron a corta distancia ya sea por sorpresa o ejecución, presentando los siguientes enfrentamiento cercano y huida.

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

Capítulo 5. Conclusiones y Aplicaciones

5.1. Conclusiones Generales

En definitiva, el desarrollo de los entregables ha llevado a una investigación cuidadosa y exhaustiva que ha iniciado con la búsqueda informativa y detallada, empezando con medicina legal la cual es esencial para el análisis de las distintas muertes que pueden ocurrir ya sea un hecho violento o incluso uno que sea muy complicado de esclarecer, el cuerpo humano muestra pequeños indicios que serán la clave y ayuda en la validación de teorías en las que se basan los distintos actos delictivos o naturales, los especialistas de medicina legal se encargarán de detallar de forma clara y especifica, los informes necesarios para que en el ámbito legal se priorice la verdad y esclarecer crímenes.

La investigación criminal a lo largo de los años debió ir mejorando significativamente, es por ello que el componente de audio y video forense ha tomado un protagonismo interesante en el ámbito de la criminalística, el mundo evoluciona y como sus logros han sido relevantes en distintas áreas, los criminales han encontrado una nueva manera de cometer actos delictivos a mayor escala, como los ciberataques a distintas compañías, además de que el análisis de videos forman parte crucial al momento de esclarecer hechos delictivos, lo que resulta en un papel protagónico en la actualidad, añadiendo la herramienta de distintos programas especiales han causado que la tecnología se abra paso en el mundo de la criminalística.

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

La balística forense protagoniza un papel importante en la solvencia de casos criminales alrededor del mundo, como ya sabe las armas de fuego son una problemática constante en el mundo, en la mayoría de ellos un arma de fuego es el instrumento que se utiliza para cometer el acto delictivo. Al realizar análisis de trayectorias y calibres de las distintas municiones que se hayan utilizado se logra consolidar hipótesis solidas que ayudarán a esclarecer los hechos delictivos, pero como toda ciencia tiene sus limitaciones y preservar evidencias en muchos casos hace que sea complicado aclarar diversos hechos delictivos. Con ciertas limitaciones la balística es un complemento idóneo para el apoyo judicial y así revelar hechos complejos y escenarios difíciles de manejar que requieran una ciencia técnica y precisa como lo es la balística.

5.2. Conclusiones Específicas

5.2.1. Análisis del cumplimiento de los objetivos de la investigación.

En el presente trabajo de investigación, los objetivos descritos fueron alcanzados de manera íntegra. En el contexto de la medicina legal se cumplió con el objetivo de conocer cómo analizar e interpretar los fenómenos cadavéricos y sus lesiones, permitiendo establecer intervalos postmortem y posibles causas de muerte. En el ámbito que corresponde a Audio y Video Forense, se permitió conocer sobre la aplicación de las técnicas especializadas para la autenticación, análisis y validación de archivos multimedia en los procesos e investigaciones judiciales. Por último, en el caso de balística, se logró comprender de manera profunda la estructura, funcionamiento, evolución y clasificación de las armas de fuego, municiones, aplicando esos

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.

conocimientos a contextos forenses reales. Mediante el presente trabajo se pudo analizar la correcta articulación entre la teoría y la praxis en el ámbito de la criminalística.

5.2.2 Contribución a nivel académico.

Tras el desarrollo del presente escrito de investigación se puede establecer que resulta una contribución significativa a nivel académico, debido a que fomenta un enfoque multidisciplinario y técnico científico en el análisis criminalístico. Se integraron fuentes doctrinarias, normativas y periciales actualizadas, lo que permite fortalecer competencias en investigación aplicada y metodologías forenses. De la misma manera, se desarrollaron habilidades en redacción académica, análisis crítico, interpretación de la evidencia, y uso de herramientas tecnológicas avanzadas, consolidando una formación profesional rigurosa en el campo de la criminalística.

5.2.3. Contribución a nivel personal.

A nivel personal este escrito ha representado un proceso formativo enriquecedor para todos lo que contribuimos dentro del mismo, que nos ha permitido consolidar una visión integral de la criminalística, conectando la teoría con la práctica. Logramos fortalecer nuestras capacidades analíticas, investigativas y éticas que son esenciales para el desempeño profesional, reafirmando nuestro compromiso con la verdad científica y la justicia. Además, el trabajo colaborativo nos impulsó a adquirir habilidades de liderazgo, responsabilidad y gestión del conocimiento, mismas que son fundamentales para el desarrollo profesional en escenarios complejos de alta exigencia.

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.

5.3. Limitaciones de la Investigación

En el presente trabajo investigativo las limitaciones que se pudieron encontrar tratan sobre la falta de tecnología de última generación que permita manejar con una precisión más exacta los indicios recopilados. Se debe recalcar que entre menos desarrollada es la tecnología las habilidades humanas se encuentran restringidas por su propia naturaleza.

Adicionalmente, no se puedo determinar con exactitud ciertos datos necesarios para identificar el origen y cantidad de las personas que se encontraban inmersas en el espacio analizado. Por lo tanto, a pesar de las limitaciones encontradas se pudo manejar de manera óptima y profunda la investigación a fin de lograr resultados concretos que permitan cumplir con el objetivo de la investigación.

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.

Referencia Bibliografía

Aguilar, S. (2022). *USO DE LA TEORIA DE LINEAS CONSECUTIVAS CONCORDANTES (CMS) PARA LA IDENTIFICACION DE MARCAS EN ELEMENTOS BALISTICOS. 42*. https://www.uv.es/gicf/4A4_Solana_GICF_42.pdf

Amoroso, P., Arnott, R., Atwa, D., Baccini, M., Blancafort, M., Boo, G., Carlson, K., & at all. (2020). Small Arms Survey 2020: Weapons and Ammunition. *small arms survey*. https://www.smallarmssurvey.org/

Aso Escario, J. (2021, enero 21). Aspectos medicolegales de las contusiones de piel y tejidos blandos superficiales [DR. JOSÉ ESCARIO Medicina Legal - Neurocirugía - Peritajes médicos]. *Blog de Medicina Legal*. https://www.peritajes-medicos.es/aspectos-medicolegales-de-las-contusiones-de-piel-y-tejidos-blandos-superficiales/

Barnes, F. (2006). *Cartridges of the World (11th Edition)*. Gun Digest Books.

Caballero Quezada, A. E. (2017, agosto 31). *FTK Imager* [Webinar]. https://www.reydes.com/archivos/slides/webinars/AC_WG_FTKimager_v2.pdf

Cabrera-Peralta, C. J. (2024). La Balística Forense y su aporte probatorio en la investigación criminal. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, *7*(3), 57-69.

Calabuig, G. (2014). *Medicina legal y toxicología.* (Vol. 13). Elsevier-Masson.

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.

Cloudinary. (s. f.). *Fmpeg: Features, use cases, and pros/cons you should know.* ttps://cloudinary.com/guides/video-formats/ffmpeg-features-use-cases-and-pros-cons-you-should-know

Colaboradores de Wikipedia. (2021). Bala cilindro-cónica. *Wikipedia, La enciclopedia libre*. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Bala_cilindro-c%C3%B3nica&oldid=139683176

Colaboradores de Wikipedia. (2025a). Bala de punta hueca. *Wikipedia, La enciclopedia libre*. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Bala_de_punta_hueca&oldid=166651325

Colaboradores de Wikipedia. (2025b). Cartucho de percusión anular. *Wikipedia, La enciclopedia libre*. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Cartucho_de_percusi%C3%B3n_anular&oldid=166805131

Di Maio, V. J. M. (1999). *Gunshot Wounds: Practical Aspects of Firearms, Ballistics, and Forensic Techniques. CRC Press.* (Second). CRC Press. https://ia801209.us.archive.org/35/items/Gunshot_Wounds_Practical_Aspects_Of_Firearms_Ballistics_Forensic_Techniques/Gunshot_Wounds_Practical_Aspects_Of_Firearms_Ballistics__Forensic_Techniques.pdf

Diago Gómez, R. (2015). *Revisión bibliográfica: Data de la muerte; Tanatoquímica.* [Universidad de Zaragoza]. https://zaguan.unizar.es/record/47993/files/TAZ-TFG-2015-839.pdf

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.

Díaz, F. A. (2024, septiembre 16). Peritaje de DVR en Investigaciones de Informática Forense: Elementos Clave. *Fernando Amador PERITO EN INFORMÁTICA FORENSE*. https://fernandoamador.com.mx/informatica-forense/peritaje-dvr-investigaciones-informatica-forense/#:~:text=En%20conclusi%C3%B3n%2C%20el%20uso%20de,la%20integridad%20de%20la%20evidencia.

Fernández Moreno, S. (2021). *Armas largas*. https://eigcampus.instructure.com/courses/686/files/35328?wrap=1

Fernández Moreno, S. (2025). *Balística interna y externa*. https://eigcampus.instructure.com/courses/686/files/35332?wrap=1

Galán Talents, J. R. (2018). Proyectiles para armas de avancarga CILÍNDRICOS. *Avancarga España*. https://www.avancarga.com/4_interesante/proyectiles/cilindrico.htm#:~:text=CIL%C3%8DNDRICO&text=Este%20tipo%20de%20proyectil%20tiene,objetivos%20cada%20vez%20mas%20lejanos

García, M. (2021). *Forensic Image Enhancement Techniques*. Taylor & Francis.

González, G. J. J. (2021). Elementos que componen un cartucho de proyectiles múltiples. *ColegioJurista*. https://www.colegiojurista.com/blog/art/elementos-que-componen-un-cartucho-de-proyectiles-multiples/

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.

González, G. J. J. (2023). Clasificación de las arma de fuego por su tipo. *ColegioJurista*. https://www.colegiojurista.com/blog/art/clasificacion-de-las-arma-de-fuego-por-su-tipo/

González, J. M. (2019). *Forensic Audio-Visual Techniques* (Springer).

Heard, B. (2008). *Handbook of Firearms and Ballistics: Examining and Interpreting Forensic Evidence* (Second). Wiley-Blackwell. https://www.justiceformyanmarpeople.org/Firearms%20and%20Ballistics.pdf

Henssge, C., & Madea, B. (2004). Estimation of the time since death in the early post-mortem period. *Forensic Science International*, *144*, 167-175.

Hernández Franco, C. (2020). BALÍSTICA Y ARMAMENTO: MUNICIONES SUBSÓNICAS. *Seguridad y Defensa GESOESTRATEGIA, FUERZAS DE SEGURIDAD Y FUERZAS ARMADAS*. https://metodocriminologico.wixsite.com/seguridadydefensa/post/bal%C3%ADstica-y-armamento-municiones-subs%C3%B3nicas

Hernández Santiago, J. E., Santiago Plasencia, M. M., & Benítez Gómez, L. (2021, noviembre 9). *Traumatología médico-legal; aspectos que con más frecuencia se evalúan ante el delito de lesiones.* https://medicinalegal2021.sld.cu/index.php/medicinalega/2021/paper/view/111/60

Hogg, I. (2000). *Military Small Arms of the 20th Century*. Gun Digest Books.

Houck, M. M., & Siegel, J. A. (2010). *Fundamentals of Forensic Science* (Second). Academic Press.

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.

Lee, H., & Kim, Y. (2017). *Video Stabilization for Forensic Applications*. IEEE Press.

Lucena Romero, J. (1997). ASPECTOS MÉDICO FORENSES DE LAS HERIDAD POR ARMA BLANCA. *Boletin Galego de Medicina Legal e Forense*, *7*. https://www.agmf.es/az/Aspectos_medico_forenses_de_las_heridas_por_arma_blanca._Lucena_Romero_J.pdf

MacLantarón. (2003). El cartucho, morfología del cartucho. *Balística MacLantarón*. https://maclantaronbalistica.jimdofree.com/morfolog%C3%ADa-del-cartucho/

Madea, B. (2023). *Estimation of the time since death* (Fouth). CRC Press.

Maher, R. (2018). *Principles of Forensic Audio Analysis (Modern Acoustics and Signal Processing)* (First). Springer.

Markez, I., Gordaliza, A., & Casaus, P. (2022). Suicidios en prisión: Algunas tareas pendientes. *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría*, *42*(141), 187-205.

Martínez, R., & López, S. (2020). *Digital Forensics and Video Analysis* (Elsevier).

Martínez-García, P., Sibón Olano, A., Martínez Pérez Crespo, PM., & Vizcaya Rojas, MA. (2010). Herida inciso-punzante y escápula alata: A propósito de un caso. *Cuadernos de Medicina Forense*, *16*(4), 235-238.

Mayo Clinic. (2024). Autolesión: Síntomas y Causa. *Mayo Clinic*. https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/self-injury/symptoms-causes/syc-20350950

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.

Mejia Rodríguez, U., & Mejía Rodríguez, A. (2017). Muerte por ahorcadura en necropsias de ley. *Revista Médica Basadrina*, *2*, 4-10.

Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. (2001). *Manual de Identificación y Rastreo de Armas de Fuego MIRAF*. http://www.anmac.gob.ar/pdf/2012MIRAF.pdf

Montiel Sosa, J. (1985). *Criminalística* (pp. 77-116).

National Institute of Justice. (2023). Firearms Examiner Training: Collection of Evidence. *National Institute of Justice*. https://nij.ojp.gov/nij-hosted-online-training-courses/firearms-examiner-training/module-06/collection-evidence

ONU. (2020). *Armas de Fuego 2. Fundamentos sobre armas de fuego y minuciones*. EDUCACIÓN PARA LA JUSTICIA SERIE DE MÓDULOS UNIVERSITARIOS, Viena. https://www.unodc.org/documents/e4j/Firearms/E4J_Firearms_Module_02_-_Basics_on_Firearms_and_Ammunition_ES_final.pdf

Peña, J. A., Bustos Saldaña, R., & Verdín G, O. (2019). FENOMENOS CADÁVÉRICOS Y EL TANATOCRONODIAGNÓSTICO. *Gaceta Internacional de Ciencias Forenses*, *31*, 10-37.

Peritos Balísticos del Laboratorio de Criminalística Managua, Nicaragua. (2013). *Manual de Balística Forense*. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25335w/6.pdf

ProtecZone. (2024, noviembre 11). El Análisis Forense de Vídeos en Sistemas de Videovigilancia: Técnicas, Herramientas y la Importancia de la Precisión. *ProtecZone P.T SEGURIDAD TOTAL*. https://www.proteczone.com/post/el-an%C3%A1lisis-forense-de-

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.

v%C3%ADdeos-en-sistemas-de-videovigilancia-t%C3%A9cnicas-herramientas-y-la-importanci

QUIMICA.ES. (s. f.). Mancha de Sommer-Larcher. *QUIMICA.ES*. https://www.quimica.es/enciclopedia/Mancha_de_Sommer-Larcher.html

Rojo González, F. D. (2011). Hallazgos médico legales en personas fallecidas por estrangulación y sofocación. *Revista de la Facultad de Ciencias Forenses y de la Salud*, *7*, 30-51.

Ruiz-Tagle Fernández, E. (2021). *Asfixias Mecánicas*.

Sánchez Ugena, F., & Ibañéz Bernáldem, M. (2023). IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LA TRAMA DEL LAZO EN EL SURCO DE ESTRANGULACIÓN. *Boletín Galego de Medicina Legal e Forense*, *34*. https://agmf.es/az/boletin34%20IMPORTANCIA%20DEL%20ESTUDIO%20DE%20LA%20TRAMA%20DEL%20LAZO%20EN%20EL%20SURCO%20DE%20ESTRANGULACION.pdf

Saukko, P., & Knight, B. (2004). *KNIGHT'S Forensic Pathology* (Third). Hodder Arnold. https://milonm28.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/08/forensic-pathology-by-bernard-knight.pdf

Schindler, A., Lindley, A., Jalali, A., Boyer, M., Gordea, S., & King, R. (2020). *Multi-Modal Video Forensic Platform for Investigating Post-Terrorist Attack Scenarios*. 5.

Smith, J. (2018). *Advanced Video Processing Techniques* (Wiley).

Smithsonian. (2014). *Firearms: An Illustrated History*. DK.

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.

Sommer, P. (2013). *Digital Evidence, Digital Investigations and E-Disclosure: A Guide to Forensic Readiness for Organisation, Security Advisers and Lawyers: Vol. Fourth*. Information Assurance Advisory Council. https://www.researchgate.net/publication/341509816_Digital_Evidence_Digital_Investigations_and_E-Disclosure_A_Guide_to_Forensic_Readiness_for_Organisations_Security_Advisers_and_Lawyers

Sueur, J., Aubin, T., & Simonis, C. (2008). *Seewave, a Free Modular Tool for Sound Analysis and Synthesis*. *18*, 213-226.

Vanzetti, O. E. (2011). La importancia de la vaina metálica en los cartuchos de las armas de fuego. *Full Aventura*. https://fullaventura.com/la-importancia-de-la-vaina-metalica-en-los-cartuchos-de-las-armas-de-fuego_0_673.php

Webmaster. (2016, septiembre 23). Medicina Legal – Tanatocronodiagnostico: Fases y su Componente [L'Informaziones al servizio della Legalità]. *Ciencias Forenses*. https://www.scenacriminis.com/ciencias-forenses/tanatocronodiagnostico-fases-y-su-componente/

Xiang, Z., Horváth, J., Baireddy, S., Bestagini, P., Tubaro, S., & Delp, E. (2022). *Forensic Analysis of Video Files Using Metadata*. *2*. https://arxiv.org/pdf/2105.06361

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.