

# Resultados de Investigación Técnica Profesional en **Balística**



**POLICÍA NACIONAL DE COLOMBIA**  
**DIRECCIÓN NACIONAL DE ESCUELAS**  
**ESCUELA DE INVESTIGACIÓN CRIMINAL**



Resultados de Investigación  
**Técnica Profesional en Balística**

Policía Nacional  
Dirección Nacional de Escuelas  
Escuela de Investigación Criminal

## **TÉCNICA PROFESIONAL EN BALÍSTICA**

### **Compiladores**

Coronel Bernardo Trujillo Pérez  
Capitán Bernardo Rafael Gil Rojas  
Teniente Jesús Alberto Solano Beltrán  
Intendente Jefe Luis Alfonso Valencia Ossa  
Patrullero Johan Ferney Oyuela Diaz  
Patrullero Jhon Fredy Muñoz Jiménez

### **Indexación, corrección de estilo, diseño, diagramación e impresión**

Dígitos & Diseños Industria Gráfica S.A.S  
[www.digitosydisenos.com.co](http://www.digitosydisenos.com.co)

### **Corrección de estilo**

Ana Lucía Arbaiza Bayona  
Claudia Cecilia Bayona Pinilla

### **Diseño y diagramación**

Bernardo Arias Blanco  
José Gabriel Abella Martínez

### **ISBN 978-958-56084-2-9**

Todos los derechos reservados.

Bajo las sanciones establecidas por la ley, ninguna parte de esta publicación puede reproducirse, almacenarse de ninguna forma, ni por ningún medio, sea electrónico, químico, mecánico, óptico, de grabación o fotocopia

© 2016

[www.policia.gov.co](http://www.policia.gov.co)



## Línea de Mando Institucional

**General JORGE HERNADO NIETO ROJAS**

Director General de la Policía Nacional

**Mayor General RICARDO ALBERTO RESTREPO LONDOÑO**

Subdirector General de la Policía Nacional

**Mayor General JORGE ENRIQUE RODRIGUEZ PERALTA**

Director de Seguridad Ciudadana de la Policía Nacional

**Mayor General MIREYA CORDON LÓPEZ**

Directora Nacional de Escuelas

**Coronel BERNARDO TRUJILLO PÉREZ**

Director Escuela de Investigación Criminal

**Capitán BERNARDO RAFAEL GIL ROJAS**

Jefe Área de Investigación.



# Contenido

## Capítulo 1

**Confrontación de Residuos de Disparo con y sin  
Supresor de Sonido en Arma de Fuego ..... 13**

## Capítulo 2

**Partes Esenciales de la Pistola Pietro Beretta Modelo  
92 FS Calibre 9mm para Producir un Disparo ..... 51**

## Capítulo 3

**Análisis Comparativo del Micro-Rayado en Estrías de  
Proyectiles Calibre 7.65 Milímetros y .32 Fabricación  
Indumil: Disparado con Revolver Llama Cassidy Calibre  
.32 Long ..... 73**



## Presentación

La Escuela de Investigación Criminal presenta una vez más sus resultados de investigación bajo rigor científico, producto del trabajo realizado por los estudiantes del programa académico “Técnica Profesional en Balística” en conjunto con la comunidad académica de esta institución universitaria.

Este esfuerzo ha permitido brindar a los investigadores, peritos, comunidad policial, científica y en general, estudios relacionados con el área de investigación criminal y sus diferentes líneas temáticas enfocadas en las ciencias forenses, criminología, criminalística y policía judicial, a partir de las necesidades, experiencias, así como de los resultados retroalimentados en la academia y los procesos prácticos de la investigación criminal adelantados en el marco de la Ley 906 del 2004.

En este sentido, el objetivo de estas publicaciones propenderá por generar espacios de discusión que sirvan como punto de encuentro para todos aquellos interesados en lograr que la investigación

criminal y sus temas sean reconocidos, examinados y aplicados como herramientas esenciales que coadyuven a la administración de justicia y construcción de la sociedad.

El primer capítulo aborda el análisis de los residuos de disparo hallados en los patrones obtenidos a diferentes distancias en tela tipo dril impactada con arma de fuego, con y sin la utilización de supresor de sonido. Mediante la investigación de tipo comparativo-explicativo en trabajo de laboratorio, se presentan los resultados conforme al impacto de una ojiva en tela con relación a la forma del orificio de entrada, presencia de anillo de limpieza y densidad del ahumamiento, bajo el análisis característico de los cambios presentados entre los diferentes rangos de distancia de disparo.

En el segundo se determinan las partes esenciales de la pistola Prieto Beretta modelo 92Fs calibre 9 mm requeridas para realizar un disparo, para lo cual se adelantó un estudio descriptivo por medio del análisis del movimiento y sincronización de las 67 piezas que la componen, mediante el cual se concluyó que 20 piezas en acción sencilla y 21 piezas en acción doble son esenciales para producir el disparo.

El último capítulo busca determinar las características de identidad en el micro-rayado que imprime el revólver marca Llama, modelo Cassidy calibre .32 long al disparar proyectiles calibre .32 Largo en plomo y calibre 7,65 mm encamisado de fabricación INDUMIL.

De esta manera se orienta al perito en balística en la identificación de proyectiles con las características mencionadas al momento de realizar un cotejo microscópico, en aquellos casos en que no se cuenta con los elementos identificativos pertinentes, particularmente cuando el proyectil patrón e incriminado se encuentra fabricado en diferentes metales, como es el caso del calibre 7.65 mm encamisado latón militar y el calibre .32 largo en aleación de plomo.

Los diferentes resultados fortalecerán los procedimientos periciales realizados por los técnicos profesionales en balística para el esclarecimiento de conductas punibles.



# Capítulo I

## Confrontación de Residuos de Disparo con y sin Supresor de Sonido en Arma de Fuego

Andrés F. Jaramillo R.<sup>1</sup>, Hugo A. Valencia S.<sup>2</sup>, Anderson Bernal G.<sup>3</sup>,  
Jonatan A. Rodríguez Q.<sup>4</sup>

**Asesores** : Edison Mora B.<sup>5</sup> Carlos Forero<sup>6</sup>

- <sup>1</sup> Estudiante Técnico Profesional en Balística. ESINC. Email: andres.jaramillo@correo.policia.gov.co
- <sup>2</sup> Estudiante Técnico Profesional en Balística. ESINC. Email: hugo.valencia5919@correo.policia.gov.co
- <sup>3</sup> Estudiante Técnico Profesional en Balística. ESINC. Email: anderson.bernal@correo.policia.gov.co
- <sup>4</sup> Estudiante Técnico Profesional en Balística. ESINC. Email: jonatan.rodriguez@correo.policia.gov.co
- <sup>5</sup> Asesor Temático Licenciado en Química. INMLCF. Email: eamorab@medicinalegal.gov.co
- <sup>6</sup> Asesor Metodológico Magíster en Psicología Email: cforero@ucatolica.edu.co

## ► Introducción

En esta investigación se analizan los residuos de disparo hallados en los patrones obtenidos en tela tipo dril, impactada con arma de fuego a diferentes distancias, con y sin la utilización de supresor de sonido (silenciador). Se constataron y confrontaron las diferencias significativas entre los patrones, lo que arrojó resultados que pueden ser tenidos en cuenta en los laboratorios forenses para atender requerimientos sobre el rango de distancia de disparo en prendas y en el esclarecimiento de una conducta punible.

El análisis se realizó teniendo en cuenta lo contemplado en la Constitución Política de Colombia (Const., 1991) y en los Lineamientos Generales de Política para la Policía Nacional de Colombia (2010), donde se establece que:

La Policía Nacional es un cuerpo armado permanente de naturaleza civil, a cargo de la nación, cuyo fin primordial es el mantenimiento de las condiciones necesarias para el ejercicio de los derechos y libertades públicas, y para asegurar que los habitantes de Colombia convivan en paz (p. 12).

Por otra parte, en relación con las funciones específicas de la Policía, el Código de Procedimiento Penal colombiano (2004, art. 200) reseña que las actividades de Policía Judicial hacen referencia a las funciones que cumplen las entidades del Estado para apoyar la investigación penal y el ejercicio de las mismas. Estas entidades dependen funcionalmente del Fiscal General de la Nación y sus delegados, a partir del Manual Único de Policía Judicial (Consejo Nacional de Policía Judicial, 2005). El apoyo se presta en los campos: investigativo, técnico, científico y operativo, ya sea por iniciativa propia o por orden impartida por el fiscal de la investigación, para recaudar elementos materiales probatorios y/o evidencia física que permitan determinar la ocurrencia de la conducta punible y la responsabilidad de los autores o partícipes.

Para el desarrollo de sus actividades la Policía Judicial se apoya en diversas ciencias y técnicas, entre las cuales se resalta el papel de la criminalística, definida por Fierro (2006) como una ciencia

natural de carácter multidisciplinario, que apoyada en diversas disciplinas se ocupa del estudio del crimen y de los fenómenos asociados al mismo.

Dentro de las diversas disciplinas está la balística, la cual se aplica en estudios de campo y de laboratorio, donde se analizan y procesan los elementos materiales probatorios como son: armas de fuego, sus partes, municiones, aditamentos especiales, entre ellos el supresor de sonido y prendas que hayan sido impactadas con proyectil de arma de fuego.

Para Vidrio (2007) la balística es una rama de la mecánica que estudia el comportamiento del movimiento y las características de los proyectiles, así como de los fenómenos que los acompañan. El estudio general de la balística comprende la gran variedad de manifestaciones que se suscitan desde que la pólvora contenida en el cartucho se deflagra.

Según Locles (2006) la balística se divide en cuatro sectores o segmentos, a saber: (a) balística interna, que trata el movimiento del proyectil al interior del cañón del arma de fuego; (b) balística externa, que estudia el desplazamiento del proyectil desde que abandona la boca de fuego del arma hasta impactar en el objetivo; (c) balística médico-legal, que estudia los efectos que causa el proyectil al entrar en el cuerpo humano hasta su salida del mismo y (d) balística final recorrido, que se refiere a todo el recorrido del proyectil hasta el momento en que se detiene. Asimismo, Silveyra (2008) agrega la balística de efectos, que se encarga del estudio de las consecuencias y los efectos que puede producir el proyectil disparado por un arma de fuego, desde el primer impacto hasta que se detiene.

Una de las actividades más comunes que desarrollan a diario los peritos en balística en los laboratorios forenses de Colombia, es el análisis de prendas impactadas por proyectil único de arma de fuego, que permite establecer la posible distancia que hay entre la boca de arma de fuego y el blanco que impactó. Sin embargo, para obtener un buen resultado (Dillon, 1990; Nichols, 1998; Heard, 2008) plantean

que es necesario contar con el arma que se encuentra involucrada en el hecho y emplear la misma o similar munición, con el fin de reproducir muestras de buena fiabilidad, al momento de realizar la comparación con la prenda objeto de estudio.

En la actualidad los técnicos profesionales en balística cuentan con un Protocolo de Procedimientos Interinstitucional -PPI, que deben utilizar en el análisis de residuos de disparo (Comité Interinstitucional de Criminalística, 2000), así como procedimientos estandarizados de trabajo institucional. El PPI brinda parámetros técnico científicos comunes para el área de balística a nivel nacional.

Los residuos de disparo hacen referencia a la totalidad de los vapores y partículas resultantes o procedentes de la descarga o acción de un arma de fuego. Están compuestos por residuos de pólvora combustionada (nitritos) o sin combustionar (nitratos), partículas de plomo o cobre provenientes del proyectil, partículas de antimonio y bario, provenientes del fulminante y del ahumamiento (Rivera, 2006). Según Ratman (1990) el ahumamiento es el hollín observable de coloración negra o grisácea formado por la combustión de la pólvora que los vientos balísticos llevan consigo y que dependen de la distancia de la que se generó el disparo. Cuando los disparos han sido hechos a corta distancia, las partículas de pólvora no deflagrada se incrustan alrededor del orificio de entrada del proyectil y se pueden encontrar, ya sea en la piel o bien en las prendas de vestir (Sneyder, 2002). Para Moya (2015) los gases, vapores y el material particulado, formados por la descarga de la munición en un arma de fuego, son residuos de disparo.

El PPI se aplica de manera general a todas las prendas que se reúnen en los laboratorios para ser estudiadas, con el fin de que el perito en balística determine el rango de distancia en que el arma fue accionada con o sin la utilización de supresor de sonido.

Para determinar la distancia de disparo se deben considerar por lo menos diez posibles variables que intervienen en el momento del disparo (Baners, 1974; Plattner, 2003), así como los limitantes

de la superficie en la que se encuentra el impacto (Stahling, 2000; Camacho, 2008).

Otro aspecto importante está relacionado con la posibilidad de identificar si se empleó o no un supresor de sonido al momento de la ejecución del disparo. Al respecto, es necesario evaluar las características físicas visibles en las prendas o telas, ya que estas hacen parte de la superficie de impacto y permiten determinar las lesiones causadas en la piel y la distancia del disparo (Lepik, 2005) y descartar otras superficies interpuestas que afecten la interpretación como pseudotatuajes o pseudoahumamientos (Prahlow, 2003).

El supresor de sonido es un aditamento especial empleado en algunas armas de fuego de diferentes calibres, pero se considera de uso privativo de la fuerza pública, según lo establecido en el Decreto 2535 (Art.15) (Gaviria & Gil, 1993), donde se establece que “se considera de uso privativo de la fuerza pública, las miras infrarrojas, laséricas o de ampliación lumínica, los silenciadores y los elementos que alteren su sonido”. El Art. 31 de dicho decreto consigna que el Comité de Armas del Ministerio de Defensa Nacional podrá autorizar a particulares el uso de uno de estos elementos para competencias deportivas y el Art. 8 núm. 1 las “armas que lleven dispositivos de tipo militar como miras laséricas o accesorios como lanzagranadas y silenciadores”.

El supresor de sonido Tundra de la compañía Gemtech, así como la pistola SIG Sauer P226 Combat, fueron adquiridos por la Policía Nacional de Colombia para ser utilizados por sus diferentes grupos operativos. Estos elementos se utilizaron en la presente investigación, teniendo en cuenta que el fabricante desarrolla el supresor de sonido con un ajuste adecuado, conforme a las especificaciones técnicas requeridas para esta investigación, lo cual brinda confiabilidad al momento de realizar las pruebas y la toma de los patrones objeto de estudio.

Marino (1987) y Jane`s (1993) manifiestan que, al expandir los gases previamente al interior del sistema, la función de este aditamento es la disminución su presión y temperatura, lo que impide que estos

choquen con la atmósfera y evitan la propagación del sonido del disparo sin importar el diseño, pues las recámaras, los diafragmas, los espirales, los dispositivos mecánicos, la absorción térmica o los diseños mixtos, es decir, todos los elementos cumplen la misma función.

Es claro entonces precisar que al disminuir la temperatura y la presión de los gases que llevan consigo los residuos del disparo, los cuales provienen de la combustión de la pólvora, el fulminante, la vainilla y el proyectil se incrustan al interior del supresor en sus diferentes sistemas de operación (Ramos, 1991), por lo que, si el proyectil ha sido disparado por un arma de fuego que empleó un supresor de sonido, es posible encontrar características importantes en las prendas impactadas, en comparación con otra prenda que ha sido impactada por la misma arma de fuego, pero sin emplear el supresor.

Se presume que los residuos de disparo producidos por un arma de fuego, accionada con o sin el uso de supresor de sonido, pueden comportarse de manera diferente. De acuerdo con Dillon (1990) dichos residuos pueden ser hallados en prendas de vestir, cuando las armas de fuego son disparadas contra la integridad física de una persona, y se convierten en elementos materiales de prueba y/o evidencia física de gran relevancia en el desarrollo de una investigación criminal, producto de un hecho delictivo donde estén involucradas armas de fuego.

Para la presente investigación, dichos residuos fueron hallados en patrones obtenidos a diferentes distancias impactadas con munición subsónica en tela tipo dril color blanco.

Según Locles (1992) la munición subsónica hace referencia a todos los cartuchos cuyo proyectil, al salir de la boca del arma de fuego y/o al llegar al cuerpo, toman una velocidad menor a la producida por el sonido, es decir, una velocidad inferior a 340 m/s, debido a que utilizan menor cantidad de pólvora en la vainilla.

Los cartuchos seleccionados para la investigación fueron los ecológicos subsónicos calibre 9 milímetros y el arma utilizada fue la pistola la SIG Sauer P226, los cuales, además de las características señaladas, aseguran menor contaminación y daño ambiental al momento de ser disparados, la munición es ecológica, por lo que no presenta una elevada toxicidad de plomo. Las municiones comunes conllevan al deterioro al ecosistema, además grandes consecuencias sanitarias para el ser humano y para cualquier especie animal.

La pistola SIG Sauer, modelo P226, es originaria de la antigua casa suiza SIG, pero su fabricación y exportación es de la casa alemana Sauer, en razón a la sociedad que acordaron las dos casas en los años setenta, para sortear los problemas ocasionados por las políticas de fabricación y exportación impuestas por el gobierno suizo de la época (Venero, 1985). Así nació la marca SIG Sauer, en la que la empresa SIG diseñaba las armas, mientras que la casa Sauer and Son las producía y comercializaba.

La pistola SIG Sauer, modelo P226, fue desarrollada para satisfacer los requisitos y las necesidades de los grupos especiales de las fuerzas armadas del mundo. Permite un excelente combate cuerpo a cuerpo y proporciona lo último en seguridad por sus mecanismos de activación, acción rápida, ajustes y adaptabilidad de accesorios, lo que la hace efectiva, fiable y durable. Por ende, es la preferida en las operaciones tácticas (Hogg & Weeks, 1992). Por tal motivo, la Policía Nacional de Colombia, específicamente los Grupos de Operaciones Especiales Antiterrorismo - Grate, Goes, el Comando de Operaciones Especiales - Copes y el Grupo Antisecuestro y Extorsión – Gaula, cuentan con este prototipo y con el aditamento especial de supresión de sonido antes mencionado. Tanto el arma como el aditamento especial es de uso privativo de las fuerzas militares y de difícil adquisición legal.

Esta investigación contribuye a la administración de justicia al ofrecer elementos que orientan a los laboratorios forenses en el procedimiento para determinar el rango de distancia del disparo,

elemento material probatorio de gran importancia para aquellos delitos donde están involucradas armas de fuego.

En la actualidad la técnica profesional en balística se apoya en el protocolo para la determinación de rango de distancia de disparo, sin embargo, dicho protocolo no tiene en cuenta la utilización del supresor de sonido para la toma de patrones con el arma de fuego, y dado que los delincuentes están utilizando estos aditamentos especiales con el fin de evadir la reacción de la fuerza pública, surge la pregunta, ¿se produce el mismo resultado de rango de distancia de disparo al accionar un arma de fuego con o sin el uso de un supresor de sonido?

La respuesta a este interrogante se obtuvo en esta investigación y es un aporte significativo a la balística que ejercen los peritos en los diferentes laboratorios forenses, específicamente en el informe pericial de residuos de disparo que, según lo estipulado por Ibáñez (2012), representa un aporte práctico y científico a la autoridad judicial que facilita la comprensión de los elementos que están presentes en un delito relacionado con la manipulación de un arma de fuego como son: la presencia de residuos en portamuestras aplicados a sospechosos, distancias del disparo en prendas de la víctima, orificios de entrada y de salida, entre otros. Estos elementos contribuyen a la administración de justicia, orientan a los fiscales y jueces en la toma de decisiones que llevan al esclarecimiento de un hecho delictivo y a la búsqueda de la verdad. Así también, fortalecen la credibilidad de los funcionarios de Policía Judicial, al demostrar eficiencia, eficacia y efectividad al emitir sus informes periciales.

El objetivo de esta investigación es evaluar y confrontar las diferencias significativas, producto de la observación física, la identificación y caracterización de la presencia de elementos consistentes en residuos de disparo sobre prendas de vestir, producidos por un arma de fuego al momento de ser accionada con o sin el uso de supresor de sonido.

Es así como surge la siguiente inquietud ¿Los residuos de disparo dejados por arma de fuego tipo pistola SIG Sauer, modelo P226, calibre 9mm, presentan las mismas características con y sin la utilización del supresor de sonido?

Con base en lo anterior se plantea como objetivo general evaluar las diferencias significativas entre las características de los residuos de disparo, hallados en los patrones obtenidos a diferentes distancias en tela tipo dril impactada con arma de fuego Sig Sauer P226, con y sin la utilización de supresor de sonido.

Para cumplir con este propósito se establecieron los siguientes objetivos específicos: (a) examinar las características físicas de los residuos de disparo en las telas impactadas a diferentes distancias por arma de fuego SIG Sauer P226, con y sin la utilización de supresor de sonido y (b) contrastar las características de residuos de disparo de los patrones obtenidos en las telas impactadas con el arma de fuego tipo SIG Sauer P226, con y sin la utilización de supresor de sonido.

## ► Variables de estudio e hipótesis

Hay dos factores que influyen en el rango distancia de disparo. Uno de ellos es la distancia entre la boca del arma de fuego y el blanco impactado, dado que entre más amplia sea esta, menos residuos de disparo se encontrarán. El otro factor es la utilización de supresor de sonido en el arma de fuego para el fenómeno del disparo, toda vez que este aditamento especial reduce las ondas sonoras producidas por la deflagración de la pólvora, la emisión de gases que impulsan el proyectil (Snaiper Elite, 2014), los cuales llevan consigo las diferentes partículas de plomo, cobre, nitritos (pólvora semicomburnionada) nitratos (pólvora sin combustionar), lo que genera un efecto distinto en el rango de distancia de disparo.

## Método

### **Tipo de investigación.**

La investigación es de tipo comparativo - explicativo, toda vez que, mediante la aplicación del protocolo de rango de distancia de disparo, se establecieron unos patrones para comparar los residuos de disparo de arma de fuego con y sin supresor de sonido, así como para identificar y explicar las diferencias que puedan arrojar dichos patrones.

Como su nombre lo indica, el alcance explicativo centra su interés en revelar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables. Se pretende establecer las causas de los sucesos o de los fenómenos que se estudian (Hernández, Fernández & Baptista, 2010) apoyándose en el comparativo de la variable de la utilización del supresor de sonido.

El enfoque de la presente investigación es de carácter cuantitativo, toda vez que se centra en la recolección de información y en los datos que arrojan los patrones tomados en cada caso, los que mediante la observación detallada establecerán la diferencia que entre estos pueda existir.

Como mencionan (Hernández, Fernández & Baptista, 2008) el enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio, utiliza recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías.

### **Población y muestra.**

La población de estudio estuvo conformada por los supresores de sonido y las armas de fuego tipo pistola calibre 9 milímetros, cuyas características permiten adaptar este aditamento especial, comúnmente llamado silenciador.

Del universo de marcas y casas fabricantes se eligió la pistola Sigsauer, modelo P-226 Combat, y el supresor de sonido marca Gemtech, modelo Tundra, por considerar que cumplen todos los requisitos y son de fácil acceso, ya que la Policía Nacional de Colombia cuenta con ambos elementos de guerra en sus inventarios de material táctico y son utilizados por los grupos especiales.

Se trata de un muestreo no probabilístico intencional (Hernández, Fernández & Baptista, 2014) también llamado muestras dirigidas, pues suponen un procedimiento de selección orientado más por las características de la investigación, que un por un criterio estadístico de generalización.

### **Materiales y herramientas.**

Para el presente estudio fueron utilizados elementos como: un arma de fuego tipo pistola marca SIG Sauer, modelo P226 Combat, calibre 9 mm, con un kit de aseo para la limpieza compuesto por cepillos especiales, lubricante, estopa de limpieza y un supresor en cada acción. En cuanto a las características técnicas generales de la pistola, (AFTE org., 1998; Jane's, 2010) la describen tipo semiautomática de doble acción, recarga accionada por retroceso, calibre 9 mm, peso 1000 g., con proveedor, longitud total 196 mm, cañón estriado, longitud 112 mm, punta con rosca para la adaptación de silenciador, ancho 1.5 in, capacidad de carga 15 cartuchos. Además, cuenta con miras de alto contraste y está elaborada con acero inoxidable y polímeros de alta durabilidad Krause Publications Inc, (1996).

El supresor de sonido es de marca Gemtech, modelo Tundra. Según Gemtech (2014) este modelo corresponde a “un supresor seco, pero también se puede utilizar con una pequeña cantidad de refrigerante para un mayor flash y de reducción de sonido” (párr.1). Su peso es de 240.9 g y fue construido en aluminio 7075, lo que lo hace ligero con respecto a otros diseños. Tiene un diámetro de 182.8 mm y 31.75 mm, o sea es relativamente pequeño, es decir, es más práctico y preciso en comparación con supresores de punta

pesada. El supresor Tundra supera a la mayoría de los supresores de 9 mm que existen de tamaño semejante.

En la prueba se dispararon cien cartuchos marca Lawman Clean-Fire - 9mm Luger, una munición ecológica comúnmente utilizada en pistolas y subametralladoras. Su percusión es central, de 3 forma cilíndrica con garganta, la masa del cartucho pesa 12.53 g y tiene una longitud de 29.02 mm, distribuida así: peso de vainilla 4.15 gramos, longitud 19.01 mm, peso del proyectil 8.05 gramos, diámetro 9 mm, longitud 15,41 mm.

El cartucho viaja a una velocidad de 340 m/s, presión máxima promedio ( $\text{kg-f/cm}^2$ ) 2193, peso de la pólvora 0,33 gramos, constitución latón color dorado, fabricado en los Estados Unidos de Norte América, por Speer Ammunition Inc. (antiguamente Richard Speer Manufacturing Co.), en Lewiston ciudad ubicada en el condado de Nez Perce en el estado de Idaho. Sus metales pesados han sido eliminados, lo que produce una combustión limpia para la conservación del ecosistema (Speer ammo org., 2015).

En cuanto a la ubicación del blanco, se empleó un soporte metálico de 1,50 centímetros de altura, donde fueron introducidos e intercambiados dos marcos fabricados en madera tipo triplex de 33 cm de ancho x 33 cm de largo, que permitieron prensar la tela de algodón tipo dril color blanco, dividida en cien recuadros con dimensiones 40 cm de ancho x 40 cm de largo, utilizados como blanco para obtener los patrones objeto de estudio. Esto evitó la visualización de los residuos y emplear métodos adicionales (Bailey, 2006).

Para el embalaje y la preservación de cada una de las telas impactadas bajo la figura de patrones, se utilizaron 100 sobres elaborados en papel kraf y 100 bolsas plásticas con cierre hermético, tipo ziploc bags, de dimensiones: 40cm ancho x 40 cm largo. Este material es el utilizado en los laboratorios forenses para el embalaje de las prendas (telas), con el fin de evitar al máximo la contaminación cruzada que, según lo establecido en el Manual de Procedimientos para Cadena

de Custodia (Fiscalía General de la Nación, 2015), ocurre cuando se hace el embalaje conjunto de prendas de vestir u otros elementos materia de prueba.

Para el análisis físico macroscópico de las prendas impactadas se utilizaron tres retículas en acetato. Cada una consta de cuatro anillos concéntricos, subdivididos en cuatro cuadrantes que permiten la observación y el conteo de partículas para dar lectura sectorizada y organizada a todas las partículas y/o residuos producto del disparo (Comité Interinstitucional de Criminalística, 2000). Lo anterior se apoya en la utilización y el manejo de una lupa estereoscópica de laboratorio diseñada para producir una imagen tridimensional, que en realidad está conformada por dos lupas, que colocadas una al lado de la otra y con cierta oblicuidad entre sí (15 grados), da a la imagen el efecto de profundidad. La lupa posee una capacidad de aumento limitada, que oscila entre 1,5x y 50x, y forma una imagen aumentada y derecha (UCV, Facultad de Ciencias, 2000). Cuenta con un zoom 0,7 a 4.5x, cabeza binocular inclinada 45°, con rotación de 360°, distancia interpupilar variable 55 - 75 mm, portaocular izquierdo con ajuste de dioptrías  $\pm 5$ , oculares 10xWF, objetivos sistema zoom 0.7x - 4.5x, con comando bilateral graduado, distancia de trabajo de 80 mm libres, enfoque macrométrico bilateral, iluminación incidente y transmitida con regulación, estativo sólido donde se aloja el sistema de enfoque y una sólida base que contiene platina blanco/negra y transparente y fuente de alimentación.

Otros de los materiales y herramientas utilizadas para la medición fueron: un flexómetro o cinta métrica de 3 metros de extensión, que según Larousse (2003), es una cinta de acero o de tela reforzada, dividida en unidades del sistema métrico decimal que se emplea para medir longitudes, por ende, y se empleó para medir las diferentes distancias en las que se ubicó el tirador para la toma de los patrones antes del disparo.

También se empleó un testigo métrico parametrizado, que según Oviedo (2005) es una unidad de medida que se utiliza en las tomas

fotográficas de primer plano, para determinar escala, longitud o diámetro del EMP y EF registrado. Por tanto, fue utilizado cada vez que se realizó la fijación fotográfica de las telas impactadas antes de ser embaladas para su conservación.

Para las tomas fotográficas en esta investigación es importante resaltar el uso de la cámara fotográfica digital marca Canon, línea EOS Rebel T2i para Canon Mexicana, S. de R.L. de C.V, (2002), con funciones de réflex profesional, que es fácil de usar y ligera, lo cual permite tomar fotografías de alta resolución. Tiene incorporado un sensor de imagen CMOS de 18.0 MP de clase premier, con sensibilidad mejorada a la luz para fotografías con baja iluminación, y un modo de video Full HD avanzado para grabar videos en este formato. Esta cámara captura hasta 3.7 cuadros por segundo y está lista para la acción al momento de capturar una imagen. También posee funciones como vista en vivo avanzada, pantalla de área amplia, optimizador automático de imagen y prioridad de altas luces, características que aseguran fotos y videos sobresalientes. Con algunas de las funciones más avanzadas, la cámara réflex digital EOS T2i, es simplemente la mejor Rebel que Canon ha creado.

También se contó con elementos de bioseguridad y seguridad industrial, tales como protección auditiva y visual (tapa oídos/gafas), guantes de nitrilo y bata anti-fluidos, que aportaron protección para posibles riesgos de contaminación (Oviedo, 2009).

La recolección de datos se hizo mediante una tabla matriz diseñada en Excel, la cual permitió plasmar la información producto de la observación y el análisis físico de cada uno de los 96 patrones, correspondiente a 96 telas impactadas por el arma de fuego y el supresor de sonido ya mencionados. Dicha información fue caracterizada por variables como: distancia a la que se efectuó el disparo, cuadrantes y anillos de ubicación de lectura, digitando la cantidad numérica de residuos de disparo hallados presentes desde el anillo de limpieza, el ahumamiento y las partículas de pólvora en la periferia del orificio. Estos datos se organizaron para

su lectura en la matriz, teniendo en cuenta las características de la retícula de círculos concéntricos de referencia en el PPI para la Determinación de Rango Distancia de Disparo.

## ► Procedimiento

El desarrollo de la investigación se realizó en dos etapas:

### **Primera etapa.**

La primera etapa inició en polígono cerrado. Como plantea Ferreyro (2007), un polígono es un espacio abierto o cerrado, adecuado para la práctica de tiro, diseñado para dar seguridad al tirador y a terceros dentro del alcance de un proyectil disparado con arma de fuego. Se hizo reconocimiento al polígono de la Estación de Policía de Chapinero, ubicado en la ciudad de Bogotá, donde se realizó la toma de patrones, toda vez que son instalaciones cerradas y permiten minimizar las variables externas como viento, grados de humedad y temperatura, la cual osciló entre 15 °C y 20 °C y luz artificial, a partir de considerar que la investigación se enfoca en dos variables: distancia y empleo del supresor de sonido. Dichas variables están aisladas de elementos distractores que puedan interferir en los resultados de la actividad.

Se instalaron tres áreas de trabajo distintas al área de disparo, cada una con una persona, con el fin de evitar la contaminación cruzada.

La primera área de trabajo para la verificación del arma de fuego tipo pistola SIG Sauer P226 Combat. Se constató que dicha área contara con todas las partes básicas o mecanismos planteados por Ruiz (2008), entre ellos: disparo, cierre, cañón, cuerpo o armazón, alimentación, extracción, miras de seguridad. Se constató que el arma mencionada se encontrara apta para producir el disparo y se verificó que el supresor de sonido Tundra de la compañía Gemtech, mediante un despiece, se encontrara con todos sus elementos y no presentara obstrucción en su interior para el paso del proyectil.

También se comprobó la munición subsónica en su totalidad y que cada cartucho tuviera sus componentes (vainilla, fulminante, pólvora y proyectil) para evitar al máximo cualquier accidente. Asimismo, que este tipo de munición fuera la adecuada para utilizar con este aditamento especial, con el fin de evitar un accidente o el deterioro excesivo en los mecanismos del arma y del supresor (González, 2000). En dicha área el tirador experto también realizó el aseo del arma y del supresor después de cada disparo.

Finalmente se verificó que los siguientes elementos, utilizados para la toma de los patrones, se encontraran en buenas condiciones: el soporte, el marco de madera, el flexómetro y las telas.

En la segunda área de trabajo se manipularon las telas, se marcó la orientación de las mismas en el extremo superior derecho y se instalaron en el marco de madera y en el soporte metálico para ser impactadas.

El tirador experto se ubicó en posición de pie para la ejecución y ubicó el arma en un ángulo de 90° con respecto a la prenda a impactar. Al costado derecho se situó una persona que se encargó de controlar y verificar las distancias con el flexómetro.

En atención a lo dispuesto en el decálogo de seguridad con armas de fuego y las medidas de bioseguridad, el tirador experto, táctico del Grupo Copes, efectuó 36 disparos denominados 'patrones de caracterización'. En 21 de ellos no empleó aditamento especial e inició contacto a 0 centímetros, luego cada cinco centímetros hasta los 40 centímetros. De ahí en adelante se hizo contacto cada diez centímetros hasta llegar a 150 centímetros, distancia en la que dejó de evidenciarse presencia de residuos de disparo (partículas de pólvora). Por último, se realizó un disparo de control adicional a 160 centímetros con el fin de verificar la ausencia de residuos de disparo. Finalizados los disparos se procedió al análisis del comportamiento de los residuos de pólvora dejados por el arma sin la utilización del supresor de sonido.

A continuación se efectuaron 15 disparos con el arma empleando el supresor de sonido. Se inició contacto a 0 centímetros, luego cada cinco centímetros hasta los 40 centímetros, luego cada 10 centímetros hasta los 90 centímetros, distancia en la que dejó de evidenciarse presencia de residuos de disparo (partículas de pólvora). Se realizó un disparo control adicional a 100 centímetros con el fin de verificar la ausencia de residuos de disparo. Finalizados los disparos se procedió al análisis del comportamiento de los residuos de pólvora dejados por el arma con la utilización del supresor de sonido. De esta prueba es importante resaltar que entre cada disparo el tirador experto tenía aproximadamente cinco minutos para realizar el aseo del arma y del supresor de sonido y tomar un descanso para evitar la fatiga.

Luego de realizar el análisis de la caracterización de los residuos de disparo, se verificó el comportamiento de estos residuos con respecto al arma con y sin el uso del supresor de sonido, con el fin de definir las distancias en las cuales se encontraban diferencias significativas.

Posteriormente, se dispuso la toma de los patrones réplica motivo de estudio y se establecieron las siguientes distancias: a contacto 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm, 60 cm y 80 cm, y en tres disparos por cada distancia bajo un total de 30 patrones sin la utilización del supresor de sonido y 30 patrones con la utilización de este aditamento especial. Los procedimientos fueron tabulados en Excel para facilitar la organización de los resultados (ver Tabla 1).

**Tabla I.***Realización de disparos a distancias conocidas*

En la realización de disparos sin supresor de sonido (silenciador) se observó el siguiente ahumamiento y conteo total de partículas.

No.	Distancia (cm)	Caracterización sin silenciador	Caracterización con silenciador	Réplicas sin silenciador	Réplicas con silenciador	
1	0 (Contacto)	1	1	3	3	
2	5	1	1	3	3	
3	10	1	1	3	3	
4	15	1	1	3	3	
5	20	1	1	3	3	
6	25	1	1	0	0	
7	30	1	1	3	3	
8	35	1	1	0	0	
9	40	1	1	3	3	
10	50	1	1	3	3	
11	60	1	1	3	3	
12	70	1	1	0	0	
13	80	1	1	3	3	
14	90	1	1	0	0	
15	100	1	1	0	0	
16	110	1	0	0	0	
17	120	1	0	0	0	
18	130	1	0	0	0	
19	140	1	0	0	0	
20	150	1	0	0	0	
21	160	1	0	0	0	
Total de disparos		21	15	30	30	95

Fuente: Elaboración propia de los autores.

**Tabla 2.***Disparo sin supresor de sonido*

En la realización de disparos con supresor de sonido se observó el siguiente ahumamiento y conteo total de partículas.

Ahumamiento							Conteo total de partículas de pólvora	
Distancias	Eje Orientación	Dispersión			Dispersión			N° disparo
		Menor	Mayor	Promedio	Menor	Mayor	Promedio	
Contacto	X	5	5,5	5,2	5,3	5,6	5,4	13
	Y	4	5	4,3	8	8,2	8,1	
5 cm	X	3	3,5	3,3	11	15	12,2	407
	Y	3	3,5	3,3	11,8	15	12,9	
10 cm	X	3,5	4,5	4	20	20	18	750
	Y	3,5	4	3,8	19	20	19,3	
15 cm	X	4	4	4	20	20	20	744
	Y	3,5	4	3,8	19,5	20	19,8	
20 cm	X	0	0	0	0	0	0	1031
	Y	0	0	0	0	0	0	
30 cm	X	0	0	0	0	0	0	780
	Y	0	0	0	0	0	0	
40 cm	X	0	0	0	0	0	0	630
	Y	0	0	0	0	0	0	
50 cm	X	0	0	0	0	0	0	354
	Y	0	0	0	0	0	0	
60 cm	X	0	0	0	0	0	0	241
	Y	0	0	0	0	0	0	
80 cm	X	0	0	0	0	0	0	101
	Y	0	0	0	0	0	0	

*Fuente: Elaboración propia de los autores.*

**Tabla 3.***Disparo con supresor de sonido*

Ahumamiento								Conteo total de partículas de pólvora			
Distancias	Eje Orientación	Dispersión			Dispersión			N° disparo			
		Menor	Mayor	Pro-medio	Menor	Mayor	Pro-medio	No 1	No 2	No 3	Pro-medio
CON-TACTO	X	2,5	3,4	3	2,5	2,9	2,7	12	31	11	18
	Y	3	3,7	3,4	2,6	2,8	1,8				
5 cm	X	3,5	3,5	3,5	4,5	4,7	13,9	62	81	108	84
	Y	4	4	4	5,5	5,5	5,5				
10 cm	X	4,2	5	4,6	6	6,5	6,2	124	115	118	119
	Y	4,8	5,5	5,1	6	7	6,5				
15 cm	X	4	4,5	4,3	5	7,5	6,5	203	163	191	186
	Y	5,5	6	5,7	7	8	7,7				
20 cm	X	0	0	0	8	10	9	110	112	158	127
	Y	0	0	0	10	11	10,5				
30 cm	X	0	0	0	11	16,5	13	90	77	90	86
	Y	0	0	0	12	14,5	13				
40 cm	X	0	0	0	13,5	17	15,7	83	74	62	73
	Y	0	0	0	15	16	15,7				
50 cm	X	0	0	0	13,5	14,5	13,8	40	43	58	47
	Y	0	0	0	15,5	16,5	16				
60 cm	X	0	0	0	16,5	20	18,7	38	19	40	32
	Y	0	0	0	15,5	19,5	17,3				
80 cm	X	0	0	0	15	20	17,5	20	14	12	15
	Y	0	0	0	17,5	20	19,2				

Fuente: Elaboración propia de los autores.

**Tabla 4.***Confrontación total de los elementos cuantitativos*

Confrontación total con y sin la utilización del supresor		
Ahumamiento	Partículas	Total conteo
Dispersión	Dispersión	
2,2	2,7	-7
0,9	6,3	
-0,2	-1,7	399
-0,7	7,4	
-0,6	11,8	644
-1,3	12,8	
-0,3	13,5	720
-1,8	12,2	
0,0	-9,0	538
0,0	-10,5	
0,0	-13,0	686
0,0	-13,0	
0,0	-15,7	549
0,0	-15,7	
0,0	-13,8	325
0,0	-16,0	
0,0	-18,7	233
0,0	-17,3	
0,0	-17,5	85
0,0	-19,2	

*Fuente: Elaboración propia de los autores.*

En una tercera área de trabajo se realizó la recolección, manipulación y embalaje de las telas impactadas, las cuales fueron almacenadas, cada una por separado, en un contenedor de papel kraf, y luego en bolsas plásticas transparentes para evitar su contaminación.

## **Segunda etapa.**

La segunda etapa de la investigación se desarrolló en el laboratorio de balística de la Escuela de Investigación Criminal, donde en compañía de un asesor temático, Profesional Universitario Forense del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses y un tirador experto del Grupo de Operaciones Especiales, Copes de la Policía Nacional, se analizaron cada una de las prendas impactadas, tanto los patrones de caracterización, como los patrones replica obtenidos.

En este procedimiento se realizó la observación física de los residuos de disparo en cuanto a: (a) presencia de ahumamiento, (b) dispersión del ahumamiento, (c) presencia de residuos de pólvora (d) conteo de residuos de pólvora, (e) dispersión de los residuos de pólvora. Se utilizó la retícula de círculos concéntricos con dimensiones de 20 cm por 20 cm.

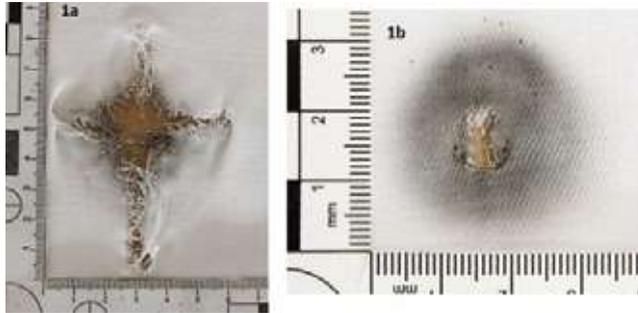
## **Resultados**

El presente trabajo investigativo presenta una serie de hallazgos de gran importancia relacionados con las características en la determinación de rango de distancia de disparo, como son: forma del orificio de entrada, presencia de anillo de limpieza, densidad del ahumamiento, cantidad y dispersión de partículas de pólvora, dispersión del ahumamiento.

Se analizó especialmente la cantidad de residuos de disparo consistentes en partículas de pólvora semicombustionadas, impregnadas y/o depositadas en las prendas.

Los disparos realizados a contacto sin silenciador (ver Figura 1a) presentan deshilachamiento crucial, ahumamiento a nivel medio y escasas partículas de pólvora. Por el contrario, los disparos realizados a contacto con silenciador (ver Figura 1b) no presentan deshilachamiento, el orificio causado por el paso del proyectil es

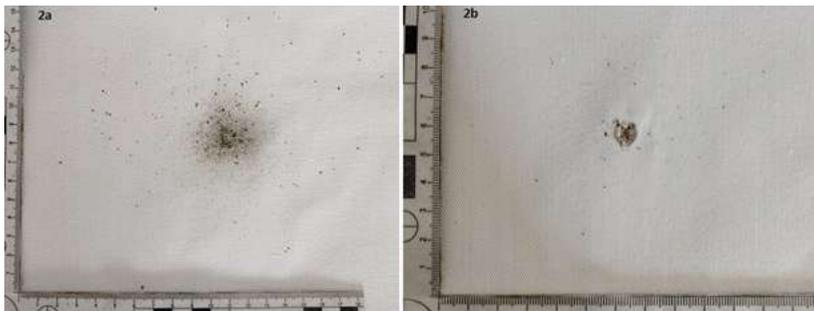
de forma cuadrada, en la zona donde normalmente se encuentra el anillo de limpieza es escaso, el ahumamiento tiene la misma forma de la boca del silenciador con un nivel alto en su densidad y se presentan pocas partículas de pólvora.



**Figura 1.** Disparos realizados a contacto 1a) sin supresor de sonido 1b) con supresor de sonido.

Los disparos realizados sin supresor de sonido permitieron evidenciar hasta los 150 centímetros residuos tipo anillo de limpieza y gránulos de pólvora y 0 partículas de pólvora. Se tomó un disparo adicional para considerarlo el límite superior.

Realizar los disparos con el supresor de sonido permitió evidenciar residuos de disparo tipo anillo de limpieza y gránulos de pólvora hasta una distancia de 90 centímetros. Se realizó un disparo adicional para determinar el límite superior. La comparación de cada uno de los disparos realizados a diferentes distancias y sus características físicas permitieron definir cambios en los rangos así: 1- contacto, 2- cinco centímetros hasta quince centímetros (Figura 2a), 3- quince centímetros a treinta centímetros (Figura 2b), 4- treinta centímetros a sesenta centímetros y 5- sesenta centímetros a ochenta centímetros.



**Figura 2.** Disparo realizado 2a) 15 cm sin supresor de sonido, 2b) 20 cm con supresor de sonido

**Tabla 5.**

Conteo total de partículas de pólvora visibles en los cuatro anillos de la retícula

Distancia de disparo	Disparo sin silenciador				Disparo con silenciador				Diferencia sin silenciador
	No 1	No 2	No 3	Promedio	No 1	No 2	No 3	Promedio	
0 (Contacto)	13	18	2	11	12	31	11	18	-7
5	407	563	480	483	62	81	108	84	400
10	750	770	770	763	124	115	118	119	644
15	744	953	1020	906	203	163	191	186	720
20	1031	965	0	665	110	112	158	127	539
30	780	773	762	772	90	77	90	86	686
40	630	610	626	622	83	74	62	73	549
50	354	447	315	372	40	43	58	47	325
60	241	322	233	265	38	19	40	32	233
80	101	88	111	100	20	14	12	15	85

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Al confrontar cada uno de los patrones obtenidos de los disparos sin supresor de sonido y los disparos realizados con supresor se encontraron diferencias significativas. Cuando el disparo se produjo a contacto, es decir, sin emplear supresor de sonido, se evidenció la presencia o ausencia de deshilachamiento, junto con una mínima presencia de ahumamiento y residuos de pólvora.

Cuando el disparo se produjo con supresor de sonido, se evidenció un orificio de entrada rectangular y a su alrededor una alta cantidad de residuos de pólvora y densidad del ahumamiento, además de dispersión del ahumamiento del tamaño de la boca del supresor.

En ambas muestras se identificó dispersión y gran cantidad de partículas de pólvora, las cuales disminuyen significativamente a medida que aumenta la distancia de disparo en los casos en que se empleó el supresor de sonido (Ver Figura 2).

Cuando se realizó el análisis con un microscopio óptico se constató que las partículas de pólvora visualizadas son de forma de disco irregular aplanado, con diferentes grados de combustión (Ka-Man, 2008) y no presentan diferencias en su forma.

Al comparar los resultados descritos en la Tabla 2 se verificó una disminución significativa de las partículas de pólvora y residuos de disparo, excepto en el disparo a contacto, debido a que el deshilachamiento producido por la presión de los gases se lleva consigo gran número de partículas de pólvora. Además, con el empleo del supresor de sonido la presión de los gases disminuye, lo que permite que la resistencia mecánica de la tela retenga un mayor número de partículas de pólvora y se deposite ahumamiento circular del tamaño de la boca del supresor de sonido con densidad alta, respecto al disparo a contacto sin supresor.

El resto de patrones réplica, tomados con el arma sin supresor de sonido, presentaron una notoria disminución, tanto en la cantidad y dispersión de residuos de pólvora, como en la dispersión del ahumamiento, debido que este aditamento hace que disminuya

la presión de los gases producto de la deflagración de la pólvora porque los distribuye al interior del sistema.

Para los patrones réplica, tomados con el arma sin supresor de sonido, se observó un comportamiento totalmente opuesto, ya que presentan una gran cantidad de partículas de pólvora alrededor del orificio de entrada, al igual que un diámetro de dispersión mucho mayor. El mismo comportamiento se observó con la dispersión del ahumamiento a medida que aumentó la distancia de disparo. en comparación con los resultados arrojados con el supresor de sonido (Tabla 3).

En el promedio de los disparos realizados a contacto sin silenciador, la densidad del ahumamiento se tabuló para todas las distancias (Tabla 3).

**Tabla 6.**

*Presencia y Densidad de ahumamiento en las réplicas patrón.*

Densidad de ahumamiento						
Distancia de disparo	Disparo sin silenciador*			Disparo con silenciador		
	No 1	No 2	No 3	No 1	No 2	No 3
0	2	2	2	3	3	3
5	3	3	3	3	3	3
10	2	2	2	2	2	2
15	1	1	1	1	1	1
20	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0

*Fuente: Elaboración propia de los autores.*

En el análisis estadístico inicial se evaluó la normalidad de las distribuciones para cada uno de los disparos en las diferentes distancias y para el promedio general. Para ello se empleó la prueba de Kolmogorov – Smirnov, que mostró que las distribuciones presentaban un comportamiento normal. Para la evaluación de las varianzas se empleó la prueba F de Fisher, encontrándose que se presentan diferencias entre ellas. Finalmente se procedió al análisis de los resultados con la prueba paramétrica t de Student (ver Tabla 4).

**Tabla 7.**

*Comparación de la presencia de residuos entre los ensayos con y sin supresor con la prueba t de Student para grupos independientes.*

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas				Prueba T para la igualdad de medias				
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
No 1	24,466	,000	4,005	9,543	,003	426,900	106,584	187,865	665,935
No 2	15,895	,001	4,499	9,371	,001	478,000	106,255	239,077	716,923
No 3	22,997	,000	3,046	9,511	,013	347,100	113,968	91,383	602,817
Promedio	18,875	,000	4,302	9,577	,002	417,333	97,008	199,885	634,782

*Fuente: Elaboración propia de los autores.*

Los resultados evidencian que sin considerar las distancias se presentan diferencias significativas en la presencia de residuos al disparar con supresor y sin supresor. Con supresor la confianza es del 99,7% y  $gl= 9,543$  ( $t=4,005$ ;  $0,003$ ). Sin supresor la confianza es del 99,9% y  $gl= 9,371$  ( $t=4,499$ ;  $0,001$ ). En el tercer disparo la confianza fue del 98,7% y  $gl= 9,511$  ( $t=3,046$ ;  $0,013$ ). En el promedio general de los residuos, la confianza fue del 99,8% y  $gl= 9,577$  ( $t=4,302$ ;  $0,002$ ).

## **Discusión**

En términos generales la investigación permite concluir lo siguiente:

1. La determinación del rango de distancia de disparo para armas de fuego de carga única, con supresor de sonido original, requiere realizar disparos de prueba para identificar las distancias límite de deposición de partículas de pólvora sobre una superficie cercana.
2. El uso de supresores de sonido disminuye significativamente la cantidad de residuos de disparo que pueden depositarse en la superficie impactada.
3. La forma, tamaño y distribución de los residuos de disparo pueden conducir a errores en la interpretación de estos residuos por parte del investigador.
4. La capacitación para los investigadores en las diferencias entre la forma, tamaño y distribución de los residuos de disparo, posibilita en los momentos iniciales de la investigación sugerir hipótesis directamente relacionada con los hechos.

El análisis realizado en esta investigación se limitó al uso de supresores de sonido de fabricación industrial y con el arma de fuego para la que fueron fabricados, debido a que no es posible replicar resultados con el uso de supresores de sonido de fabricación artesanal.

El estudio de las características físicas de los residuos de disparo con arma de fuego con supresor de sonido hace parte de la rutina de los peritos en balística, quienes pueden visualizarlos y establecer hipótesis acertadas sobre los hechos.

Las muestras tomadas fueron adecuadamente embaladas, rotuladas y almacenadas para garantizar su preservación en caso de requerir estudios complementarios.

De los patrones de caracterización obtenidos se pretende determinar el comportamiento de los residuos de disparo consistentes en partículas de pólvora, con el fin de determinar las diferencias significativas y establecer las distancias desde las cuales se tomaron los patrones replica para el arma de fuego utilizada, con y sin el supresor de sonido.

De los patrones replica tomados a diferentes distancias, con y sin el empleo del supresor de sonido, se pretende recolectar toda la información necesaria para realizar los respectivos análisis.

Los disparos realizados a contacto sin silenciador presentan como característica más notoria el deshilachamiento crucial causado por la alta presión de los gases, lo que incide en la cantidad de partículas de pólvora que son retenidas por la tela directamente impactada (Figura 1ª y Tabla 3).

En el caso de los disparos realizados a contacto con silenciador, la característica más importante a resaltar es la alta densidad del ahumamiento, que además tiene la misma forma de la boca del supresor de sonido, y es el único caso en que la concentración de partículas de pólvora fue mayor a los disparos realizados a contacto sin silenciador.

En los disparos subsiguientes a contacto, desde cinco centímetros hasta ochenta centímetros, en todas las distancias la cantidad de partículas de pólvora fue mayor sin el empleo del supresor de sonido (Tabla 2). El ahumamiento está presente en los disparos iniciales desde contacto hasta aproximadamente quince y veinte centímetros, distancia en la cual deja de ser visible (Tabla 3).

En el caso de los disparos realizados con supresor de sonido y relacionados con el paso del proyectil de arma de fuego, el orificio de entrada es de forma cuadrada e irregular y es escaso el anillo de limpieza, a diferencia de los disparos realizados sin supresor de sonido, en los cuales se observa el orificio de entrada de forma circular y con anillo de limpieza visible.

## ► **Conclusión**

Luego de confrontar las diferencias físicas entre los disparos realizados con y sin supresor de sonido en condiciones controladas en todos los disparos, se encontró que la distancia de disparo es afectada notoriamente por el empleo del supresor de sonido, con diferencias significativas en: (a) la forma del orificio de entrada y visibilidad del anillo de limpieza; (b) la forma y concentración del ahumamiento; y (c) la cantidad de partículas de pólvora.

La identificación de las anteriores características –principalmente presencia o ausencia de deshilachamiento y la forma y concentración del ahumamiento– permiten contar con elementos de juicio importantes en los estudios forenses que coadyuvan al esclarecimiento de los hechos criminales motivo de investigación, al tener mayor información técnico científica y así acercarse a la verdad de los hechos.

## ► **Recomendaciones**

Para próximas investigaciones se sugiere realizar estudios complementarios que permitan establecer si el proyectil incide en la forma y visibilidad del anillo de limpieza, si los residuos de disparo cambian con el empleo de munición no ecológica, así como si es requerido el empleo de reactivos químicos diferentes a los descritos en los protocolos empleados en los laboratorios de balística forense, cuando se utiliza munición ecológica. Las muestras obtenidas no han sido destruidas en el estudio, por lo que sirven para posteriores investigaciones.

Se sugiere el estudio del microrayado de los proyectiles disparados con y sin la utilización del supresor de sonido, toda vez que al pasar el proyectil entre las estructuras internas alineadas con el ánima del cañón de los supresores, ya sean constituidos por diafragmas, difusores, deflectores o cámaras de descompresión, genera un cierto roce o contacto con las mismas, lo que puede generar características para estudio en el momento de cotejo y el análisis

de los proyectiles al momento de establecer las circunstancias y los mecanismos para la comisión de un hecho punible.

## Referencias

AFTE, T.A. (1998). SIG Arms Academy Armorer Certification Course 98-89500. EE.UU: SIGARMS Inc.

Bailey, J.A. (2006). A method for enhancing gunshot residue patterns on dark and multicolored fabrics compared with the modified griess test. *Journal of Forensic Sciences* 51:4, 812-814.

Baners, N. (1974). An empirical study of gunpowder residue patterns. *Journal of Forensic Sciences*, 448-462.

Constitución Política de Colombia. (1991) 2da. Ed. Legis

Camacho, M. (2008). Método alternativo para la recolección de residuos de disparo y su revelado químico con papel filtro. *Revista del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses* 19:3, 15-23.

Canon Mexicana, S. de R.L. de C.V. (2002). Canon Fotografía Profesional. Recuperado de: <http://www.canon.com.mx/profesional/productos.asp?c=FPD022&m=1>

Comité Interinstitucional de Criminalística. (2000). Protocolo de Rango Distancia de Disparo. Bogotá.

Consejo Nacional de Policía Judicial. (2005). Manual Único de Policía Judicial. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.

Decreto 2535 de 1993. Porte y Tenencia de Armas y Explosivos, Bogotá, Colombia. (17 de diciembre de 1993).

Dillon, J. H. (1990). Un protocolo para examinar residuos de disparo en la determinación de la distancia de la boca de fuego del arma al blanco. *AFTE JOURNAL*, Washington D.C.

- Ferreyro, M. F. (2007). *Balística Manual*. B de F.
- Fierro, M. H. (2006). *Introducción a la Criminalística*. Leyer.
- Fiscalía General de la Nación. (2015). *Manual de Procedimientos para Cadena de Custodia*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- Gaviria, T. C. & Gil, B. R. (1993). Decreto 2535 Por la cual se expiden normas sobre armas, municiones y explosivos. Bogotá.
- Gemtech. (2014). Gemthec suppressors. Recuperado de <http://www.gem-tech.com/store/pc/TUNDRA-2p53.html>
- González, A. A. (2000). *Identificación del arma de fuego y la munición utilizadas en un disparo con técnicas conexas*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.
- Heard, B. J. (2008). *Balística y Armas de Fuego*. Wiley-Blackwell.
- Hernández, S. R., Fernández, C. C. & Baptista, L. P. (2008). *Metodología de la Investigación* 4th edición. Mc Graw Hill.
- Hernández, S. R., Fernández, C. C. & Baptista, L. P. (2010). *Metodología de la Investigación* 5th edición. Mc Graw Hill.
- Hernández, S. R., Fernández, C. C. & Baptista, L. P. (2014). *Metodología de la Investigación* 6th edición. Mc Graw Hill.
- Hogg, I. & Weeks, J. (1992). *Pistols of the world* 3rd edition. DBI BOOKS, INC.
- Ibañez, P. (2012). *Técnicas de Investigación Criminal*. Dykinson S.L.
- Jane's, G. (1993). *Armas de infantería*.
- Jane's. G. (2010). *Jane's Infantry Weapons*. IHS GLOBAL.
- Ka-Man. (2008). *Macroscopic observation of the morphological*

characteristics of the ammunition gunpowder. Forensic Science International 175, 179-185.

Krause Publications Inc. (1996). Digest book of modern gun values 10th edition. Krause Publications Inc.

Larousse S.A. (2003). Larousse Conciso 2da edición . Bogotá: Ediciones Larousse S.A.

Ley 906 del 2004.Código de Procedimiento Penal Colombiano.

Lepik. (2005). Comparison of injuries caused by the pistols tokarev, makarov and glock 19 at firing distances of 10, 15 and 25 cm FSI 151, 1-10.

Locles, R. J. (1992). Balística y Pericia. Buenos Aires: Ediciones La Rocca.

Locles, R. J. (2006). Balística y Pericia. Buenos Aires: Ediciones La Rocca.

Marino, J. (1987). El gran libro de los silenciadores. Barcelona: De Vecchi.

Moya Jimenez, C. (2015, octubre 15). Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Retrieved octubre 21, 2015

Moya, J. C. (2015). Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Recuperado de <http://www.medicinalegal.gov.co/acerca-de-analisis-de-residuos-de-disparo>

Nichols, R. G. (1998). Efecto de las variables en la apariencia de residuos de disparo usando munición 9 mm. AFTE JOURNAL Vol.30, No.3.

Oviedo, C. R. (2009). Criminalística Aplicada al lugar de los hechos. Bogotá: Ibañez.

Plattner, E. (2003). Gunshot residue patterns on skin in angled contact

and near contact gunshot wounds. *Forensic Science International* 138, 68-74.

Policía Nacional. (2010). *Lineamientos Generales de Política para la Policía Nacional*. Bogotá: Dirección Genreal – Oficina de Planeación.

Prahlow. (2003). Pseudo-Gunpowder Stippling Caused By Fragmentation Of Plated Bullet. *Am J Forensic Med Pathol* 24, 243-247.

Procielar S.A. (2011). Procielar Instrumental de Laboratorio. Recuperado de [http://www.procielar.com/index.php?id\\_productos=105&accion=detalles](http://www.procielar.com/index.php?id_productos=105&accion=detalles)

Ramos, S. W. (1991). *Los Silenciadores*. Bogotá: Policía Nacional de Colombia.

Ratman, G. A. (1990). Deposition of residues of powder/residues of discharge with base on the length of the Barrel vs type of powder. *AFTEJOURNAL* Vol. 22 No. 31.

Rivera, R. S. (2006). *Elaboración de referencias de rangos de distancia de disparo*. (Tesis de maestría no publicada). Universidad de El Salvador. Recuperada de <http://ri.ues.edu.sv/5155/>

Ruiz, M. D. (2008). *Balística, Teoría y Práctica*. Temmis.

Silveyra, J. O. (2008). *Investigación Científica del Delito*. Buenos Aires: Ediciones La Rocca.

Snaiper Elite, W. (2014). Snaiper Elite. Recuperado de <http://www.sniperselite.com.ar/introsilenconcepto.html>

Sneyder, L. M. (2002). *Manual Avanzado de Investigación Policiaca*. Limusa S.A.

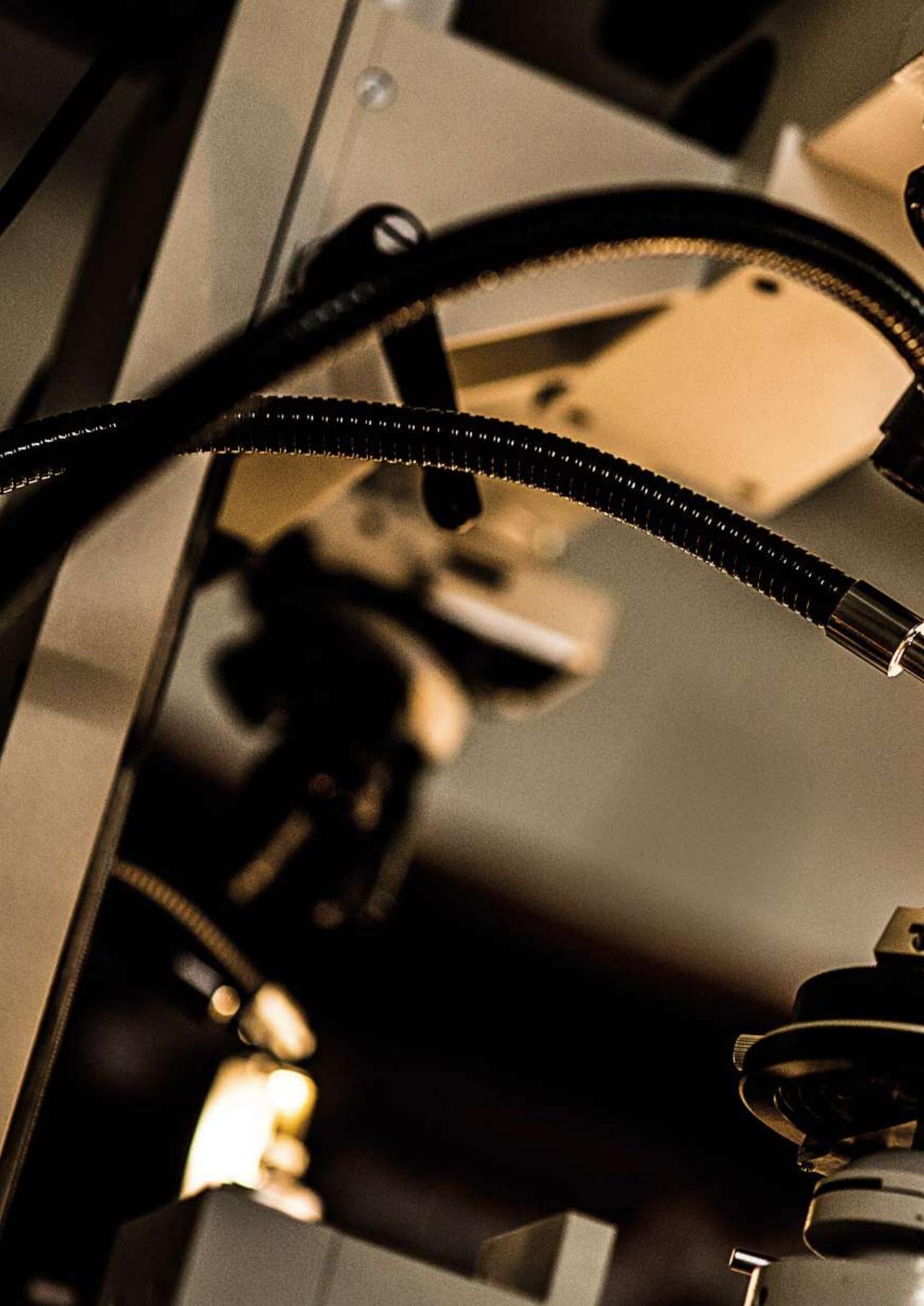
Speer ammo org. (2015). Speer ammo. Recuperado de <http://www.speer-ammo.com/ballistics/ammo.aspx>

Stahling.S & Karlsson, T. (2000). A method for collection of gunshot residues from skin and other surfaces. *Journal of Forensic Sciences*. 45:6, 1299-1302

UCV Facultad de Ciencias. (2000). Universidad Central de Venezuela. Recuperado de <http://www.ciens.ucv.ve:8080/generador/sites/labbiolvegetal/archivos/1%20El%20Microscopio.pdf>

Venero, G. (1985). *Armas Cortas del Siglo XX*. HOBBY PRESS, S.A.

Vidrio, C. (2007). *Balística Técnica y Forense*. Buenos Aires: Ediciones La Rocca.







## Capítulo 2

### Partes Esenciales de la Pistola Pietro Beretta Modelo 92 FS Calibre 9mm para Producir un Disparo

Alexander Rodríguez G.<sup>1</sup>, Johan A. Rodríguez B.<sup>2</sup>, John J. Piñeros J.<sup>3</sup>,  
Robert Rojas G.<sup>4</sup>

**Asesores:** Luis D. Puentes C.<sup>5</sup> & Carlos Forero A.<sup>6</sup>

- <sup>1</sup> Estudiante Técnico Profesional en Balística. ESINC. E-mail: alexander.rodriguez936@correo.policia.gov.co
- <sup>2</sup> Estudiante Técnico Profesional en Balística. ESINC. E-mail: johan.rodriguez7044@correo.policia.gov.co
- <sup>3</sup> Estudiante Técnico Profesional en Balística. ESINC. E-mail: john.pineros3054@correo.policia.gov.co
- <sup>4</sup> Estudiante Técnico Profesional en Balística. ESINC. E-mail: robert.rojas3515@correo.policia.gov.co
- <sup>5</sup> Asesor Temático. Técnico Profesional en Balística. E-mail: daniel.puentes@correo.policia.gov.co
- <sup>6</sup> Asesor Metodológico. E-mail: Carlos Forero Aponte @gmail.com

## ► Introducción

Durante muchos años Colombia ha padecido los efectos de la violencia en todas sus formas, particularmente de aquellos delitos en los que están involucradas armas de fuego (Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, 2006).

La institución del Estado encargada de enfrentar estas situaciones es la Policía Nacional en ejercicio de sus funciones y definida según el art. 218 de la Constitución Política de Colombia de 1991, como aquella cuyo “fin primordial es el mantenimiento de las condiciones necesarias para el ejercicio de los derechos y libertades públicas”, que contribuye a la administración de justicia mediante el área de criminalística de la policía judicial. Según la Ley 906 de septiembre del 2004, dicha área tiene como función principal, al igual que otras entidades del Estado, “apoyar la investigación penal y, en el ejercicio de la misma, depende funcionalmente del Fiscal General de la Nación y de sus delegados”. Se ocupa de la investigación técnico-científica, mediante la recolección en el lugar de los hechos de pruebas e indicios que aportan al esclarecimiento del ilícito (Fuertes, Cabrera & Fuertes, 2007). Si estas son armas, la balística las estudiará integralmente, al igual que el alcance y la dirección de los proyectiles que disparan y los efectos que producen (López & Gómez, 2003).

Para contrarrestar estos delitos el Gobierno Nacional promovió la Ley de Convivencia y Seguridad Ciudadana (Ley 1453 del 2011), en la que los arts. 19 y 20 modifican los arts. 365 y 366 del Código Penal colombiano (Ley 599 del 2000), que tipifican los delitos de la siguiente forma. En el artículo 365 de la Constitución Política de 1991, se enuncia:

El que sin permiso de autoridad competente importe, trafique, fabrique, transporte, almacene, distribuya, venda, suministre, repare, porte o tenga en un lugar armas de fuego de defensa personal, sus partes esenciales, accesorios esenciales o municiones (p. 6).

Por su parte, el artículo 366 consigna:

El que sin permiso de autoridad competente importe, trafique, fabrique, transporte, repare, almacene, conserve, adquiera, suministre, porte o tenga en un lugar armas o sus partes esenciales, accesorios esenciales, municiones de uso privado de las Fuerzas Armadas o explosivos (p. 6).

Hasta ahora no existe concepto de autoridad judicial o administrativa que permita entender la expresión ‘partes esenciales de las armas de fuego’, lo que deja un vacío de interpretación. En Colombia existen diferentes leyes, normas y decretos que regulan el porte y tenencia de armas y explosivos, como el Decreto 2535 de 1993, el Decreto 006 de 1993, la Ley 61 de 1993 y la Ley 1119 del 2006, pero ninguna norma regula este aspecto, lo que es aprovechado por la delincuencia para su beneficio.

Teniendo en cuenta la evolución del uso de armas modernas en el accionar de los grupos delincuenciales, que hacen presencia en el territorio colombiano para atentar contra la seguridad ciudadana, se ha señalado que uno de los modus operandi más utilizados es la fabricación, el almacenamiento y transporte de partes de armas de fuego individualmente y ensambladas posteriormente para la comisión del punible. Sin embargo, el Decreto 2535 de 1993 faculta que “solo el Gobierno puede introducir, exportar, fabricar y comercializar las armas de fuego, municiones, explosivos y las materias primas”, mediante el ejercicio de un control total sobre esas actividades. Este decreto también establece quiénes pueden portar y tener las armas de fuego, según el uso civil, de colección, deportivo y de uso privativo de las fuerzas militares y de Policía.

Al respecto, los países que integran la Organización de Naciones Unidas -ONU, de la cual hace parte Colombia, al suscribir el “Protocolo Contra la Fabricación y el Tráfico Ilícitos de armas de fuego, sus piezas, componentes y municiones” implementaron en el año 2001 medidas para eliminar este flagelo (ONU, 2005). Este protocolo fue ratificado por la Organización de los Estados Americanos - OEA, lo que confirmó la urgencia de combatir y exterminar un delito que afecta directamente la seguridad de

todos los Estados y del hemisferio, y pone en riesgo el desarrollo socioeconómico y el bienestar de los pueblos (CIFTA, 2004).

Con respecto a las razones por las cuales es necesario intervenir y contrarrestar este tipo de situaciones, la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito - ONUDC reveló la elevada tasa de participación de las armas en la comisión de delitos dentro del territorio colombiano, lo que significa que estas juegan un papel fundamental en el balance de poderes, pues es el elemento con el que se causan más muertes, lo que afecta las condiciones morales de los seres humanos (ONUDC, 2006).

Las armas de fuego son definidas por Ruiz (2008) y por el Decreto 2535 de 1993 como dispositivos que utilizan como agente impulsor un compuesto químico (pólvora), que al deflagrar o combustionar produce la presión de gases que impulsan un proyectil lanzándolo al espacio con velocidad, fuerza y dirección.

Las armas se clasifican en armas largas y cortas y se diferencian por tamaño y peso. Se considera que las armas cortas proporcionan una mayor comodidad para el ocultamiento y transporte, y permiten realizar la acción de disparo hasta con una sola mano (Ruiz & José, 1986). Son parte de ellas la pistola y el revólver, por eso tanto Locles (2006) como Hincapié (2000) dejan claro que las pistolas tienen mayor número de piezas en comparación con un revolver, puesto que los mecanismos de sincronización son muy diferentes, al igual que la forma de amunicionar y la extracción de las vainillas una vez son disparadas.

Para la ciencia balística el revólver se alimenta por medio de un tambor, el cual cuenta con alveolos donde se alojan los cartuchos. El tambor rota sobre su eje al momento de accionar el disparador (Maza, 1997; ATF, 2000).

Por su parte, la pistola es amunicionada por medio de un proveedor que amplía la capacidad de carga y la cadencia de fuego, relaciona con el movimiento de los mecanismos según la necesidad del operario

(Venero, 1985) quien al halar el disparador produce el disparo y deja a su vez el siguiente cartucho en la recámara para ejecutar el próximo ciclo (Larrea, 2005; Di Maio, 1999). Esta arma es la más usada por su funcionamiento automático o semiautomático. Sus elementos fundamentales son: cañón, corredera, mecanismos de disparo, puntería y percusión (Venero, 1985).

Algunas casas fabricantes de armas priorizan la elaboración de las pistolas por su demanda en el mercado, entre ellas Beretta que ha dotado a las Fuerzas Armadas y de Policía de diferentes naciones con algunos de sus modelos (Beretta, 2008). Colombia compra varias armas de este tipo, entre ellas la modelo 92 FS, calibre 9 milímetros (Jean's, 2015), que se caracteriza por ser la primera arma de fuego que contó con un sistema doble acción de abatimiento del martillo, un seguro ambidiestro y un proveedor de doble carril (Sadowski, 2012).

Diversos medios de información como El Tiempo (22 de junio del 2015), La Opinión (03 de julio de 2015) y el Diario del Huila (09 de junio de 2014) han publicado que la pistola Pietro Beretta viene siendo usada por la delincuencia. La Policía Nacional ha capturado personas portando armas de fuego tipo pistola Pietro Beretta, calibre 9 mm, momentos después de cometer actos delictivos y ha incautado diferentes partes o piezas de armas de fuego, elementos que han sido sometidos a estudios balísticos.

Goñi (1988) indica que el funcionamiento de los mecanismos de las pistolas es muy común entre sí, independientemente del diseño de cada casa fabricante. Angulo (2010) señala que los mecanismos de percusión de las pistolas se crean por el golpe del percutor en el fulminante de la vainilla, que provoca una explosión y deflagración de la pólvora, lo que genera una presión mayor a una tonelada, que es soportada por el arma en cada disparo (Hincapié, 2000).

En un estudio de González, Lagos, Cruz, Puentes Ariel y Cercado (2011) se establecieron las partes esenciales del revolver Smith & Wesson, modelo 10-7, calibre .38 pulgadas, y se generaron pautas

de acción que se consideran útiles y necesarias para este tipo de investigaciones que tienen como objetivo determinar las partes esenciales de la pistola Pietro Beretta, modelo 92 FS, calibre 9 mm. Esencialmente se siguieron los lineamientos de la Dirección de Investigación Criminal e Interpol de la Policía Nacional de Colombia (2014) para estudios balísticos, estado de funcionamiento del elemento u objeto del peritaje.

Un aspecto importante a considerar es el concepto de la balística interior en las armas de fuego, el cual, según Angulo (2004), hace referencia a todos los fenómenos que ocurren en el interior del arma, que inician cuando la aguja percutora pega en el fulminante. Pero Locles (2006) aduce que balística es el movimiento del conjunto de piezas mecánicas una vez se oprime el disparador, hasta que es expulsado el proyectil fuera del cañón. Por su parte, Maza (2003) manifiesta que es el ciclo de disparo desde cuando se hiere el fulminante y este deflagra la pólvora del interior del cartucho por medio de la chispa iniciadora, lo que genera una gran presión de los gases que da una gran energía y velocidad al proyectil.

Para establecer las partes esenciales del arma objeto de estudio, Cibrian (2007) expone el despiece de una pistola semiautomática, en el que en los nombres de las piezas debe estar claro el papel que cumple cada una y observar su funcionamiento dentro de la estructura. Para esto se hace uso de la Guía del Servicio de Armamento (2009), que da a conocer las partes de un arma, las piezas que la componen y la manera de realizar el arme y desarme. A su vez, El Guardia (2014) ilustra la forma adecuada de realizar el mantenimiento preventivo para conservar el arma en óptimas condiciones y acatar el decálogo de seguridad (López, 2008; Policía Nacional de Colombia, 2010).

Para el desarrollo de esta investigación se tendrá en cuenta el funcionamiento de los mecanismos internos y externos del arma, con el fin de entender el movimiento y la sincronización de cada una de las piezas en la ejecución del disparo en acción doble y sencilla. Esta verificación se llevará a cabo en un escenario experimental

determinando, en el que se caracterizarán las partes esenciales del arma de fuego Pietro Beretta, modelo 92FS, calibre 9 mm. El objetivo de investigación es identificar las partes esenciales de dicha pistola, lo que permitirá a los peritos en balística tener fundamento escrito a la hora de realizar un dictamen pericial.

## ▶ Método

### **Tipo de investigación.**

Investigación con enfoque cuantitativo descriptivo (Hernández, Fernández & Baptista, 2014), en la que se efectuó un análisis de la función que cumplen las partes esenciales al producir un disparo con una pistola tipo Pietro Beretta, modelo 92FS, Calibre 9 mm.

### **Variables de análisis.**

Para el análisis se evaluó la función del arma en presencia y ausencia de las piezas que la conforman, para lo cual fue necesario establecer una en acción doble y una en acción sencilla, entendiéndose lo anterior como: (a) en la acción doble, al accionar el disparador el usuario hace que el martillo vaya atrás y al llegar al tope se libera con fuerza golpeando la aguja percutora y se produce el disparo, y (b) en acción sencilla el operario debe llevar manualmente el martillo atrás hasta el tope máximo quedando asegurado y al accionar el disparador se libera con violencia golpeando la aguja percutora para producir el disparo (ATF, 1991).

### **Instrumentos.**

Se creó una tabla en Excel en la que se registró el resultado obtenido y se utilizó el software IBM SPSS Statistics V. 20 para el análisis de las frecuencias.

## ▶ Procedimiento.

La investigación se planteó en tres fases:

**Fase I. Solicitud y autorización.** En esta fase inicial se solicitó autorización a la Escuela de Investigación Criminal “Teniente Coronel

Elkin Leonardo Aldana Molina”, para el uso de tres armas de fuego tipo pistola marca Pietro Beretta, modelo 92Fs, con seguro externo ambidiestro de fabricación italiana (Hartink, 1998; Real Policía Montada de Canadá, 2014). Este tipo de arma y su munición, Calibre 9 mm de la Industria Militar de Colombia (Indumil, 2015), cumplen con las características exigidas y son utilizadas por las naciones que integran la Organización del Tratado del Atlántico Norte -OTAN. Las tres armas fueron sometidas a estudios balísticos para determinar el estado de su funcionamiento.

Se acondicionó el laboratorio de balística, un lugar cerrado que presta las condiciones de seguridad y bioseguridad necesarias para el ejercicio y las herramientas para ejecutar el proceso de disparo, como son: un recuperador de proyectiles en algodón, un dispositivo de disparo para armas cortas y herramientas de armería aplicando buenas prácticas de laboratorio (Policía Nacional 2014).

**Fase 2. Arme y desarme.** Durante la fase 2 se dio uso a los manuales y fichas técnicas de las armas utilizadas y autorizadas por la ESINC para el desarrollo de la investigación. Se recibieron clases prácticas de armería por parte del personal del grupo de armamento de la Policía Nacional y por un asesor temático para poder así realizar el arme y desarme de la pistola Pietro Beretta y contar con el conocimiento necesario relacionado con la sincronización de los mecanismos internos y externos del arma al momento de producir un disparo.

**Fase 3. Prueba de disparo.** Para esta fase se enumeraron las armas de fuego consecutivamente y se realizó una prueba con cada una de ellas mediante la ejecución de un disparo en acción doble y otro en acción sencilla, para determinar si las armas eran aptas para el desarrollo del procedimiento. A cada una de estas pistolas se les practicó el mantenimiento de campaña y se procedió a la numeración de las piezas, según el protocolo de la Dirección General de la Guardia (2009).

Cabe resaltar que en cada procedimiento se accionaron los mecanismos de disparos en acción doble y en acción sencilla, con cada una de las piezas. De esta manera se dio cumplimiento

a cabalidad del protocolo de seguridad con armas de fuego. Este análisis fue registrado en una tabla de control en formato Excel y, una vez finalizaron las pruebas, se analizaron las frecuencias, para identificar el número de las piezas esenciales para producir un disparo con el arma de fuego que se está analizando.

Para dar inicio a las pruebas se tomó el arma número 1 y se retiró la primera pieza (cañón). Se fijó el arma en el dispositivo de disparo de armas cortas y se accionó el disparador (procedimiento que también fue realizado con las armas 2 y 3). Terminada la primera prueba se ensambló la pieza en la pistola, se retiró la segunda pieza (bloque de cierre), acción que también fue realizada con las armas 2 y 3. Este procedimiento se practicó con cada una de las 67 piezas de las tres armas seleccionadas.

## Resultados

Luego de analizar las 201 piezas se determinó que sin alguna de las 21 piezas que a continuación se relacionan, no era posible producir el disparo: cañón, bloque de cierre, corredera, aguja percutora, cola de la aguja percutora, aleta del seguro izquierda, armazón, palanca de desarme, disparador, eje del disparador, muelle del disparador, biela, palanca abatimiento martillo, eje de palancas, martillo, eje del martillo, guía muelle del martillo, muelle del martillo, tapón muelle del martillo, pasador del tapón y palanca interruptor de la aguja. La ausencia de alguna de las piezas relacionadas no permite que la sincronización de los mecanismos sea adecuada en acción doble, lo que interfiere en el fenómeno del disparo (Ver Tabla 2).

De igual forma, en acción sencilla se constata que la ausencia de alguna de las siguientes 20 piezas no permite que la sincronía de los mecanismos sea adecuada, lo que interfiere en el fenómeno del disparo: cañón, bloque de cierre, corredera, aguja percutora, cola de la aguja percutora, aleta del seguro izquierda, armazón, palanca de desarme, disparador, biela, eje de palancas, martillo, eje del martillo, guía muelle del martillo, muelle del martillo, tapón muelle del martillo, fiador, eje del fiador, pasador del tapón y palanca interruptor de la aguja (Ver Tabla 3).

Se estableció que 23 partes de la pistola Prieto Beretta, modelo 92FS, Calibre 9 mm son esenciales en las dos acciones (sencilla y doble), una vez accionados los mecanismos para producir el fenómeno de disparo (Ver Tabla 1).

**Tabla 1.**  
*Partes esenciales del arma*

Nombre de pieza	Esencial en acción doble	Esencial en Acción sencilla
Cañón	Si	Si
Bloque de cierre	Si	Si
Corredera	Si	Si
Aguja percutora	Si	Si
Cola de la aguja percutora	Si	Si
Aleta del seguro izquierda	Si	Si
Armazón	Si	Si
Palanca de desarme	Si	Si
Disparador	Si	Si
Eje del disparador	Si	No
Muelle del disparador	Si	No
Biela	Si	Si
Palanca abatimiento martillo	Si	No
Eje de palancas	Si	Si
Martillo	Si	Si
Eje del martillo	Si	Si
Guía muelle del martillo	Si	Si
Muelle del martillo	Si	Si
Tapón muelle del martillo	Si	Si
Pasador del tapón	Si	Si
Palanca interruptor de la aguja	Si	Si
Fiador	No	Si
Eje del fiador	No	Si

*Fuente: Elaboración propia de los autores.*

**Tabla 2.***Resultados en acción doble*

Tabla de contingencia		RESULTADO ACCIÓN DOBLE		Total Piezas
		APTA	NO APTA	
ARMA DE FUEGO	PISTOLA 1	46	21	67
	PISTOLA 2	46	21	67
	PISTOLA 3	46	21	67
Total piezas		138	63	201

*Fuente: Elaboración propia de los autores.*

Se ilustran los resultados de los procedimientos realizados en las tres armas de fuego. Se verificó que son aptas al momento de ejecutar el disparo con 46 de las piezas y no son aptas con 21 de ellas.

**Tabla 3.***Resultados en acción sencilla*

Tabla de contingencia		RESULTADO ACCIÓN SENCILLA		Total Piezas
		APTA	NO APTA	
ARMA DE FUEGO	PISTOLA 1	47	20	67
	PISTOLA 2	47	20	67
	PISTOLA 3	47	20	67
Total piezas		141	60	201

*Fuente: Elaboración propia de los autores.*

Se ilustran los resultados de los procedimientos realizados en las tres armas de fuego. Se verificó que son aptas al momento de ejecutar el disparo con 47 de las piezas y no son aptas con 20 de ellas.

## Discusión

Esta investigación se realiza por recomendación de González et. al (2011), quien determina las partes esenciales para producir disparos de un arma de fuego tipo revolver, aunque, según Hincapié (2000), las piezas que componen un revolver son pocas en comparación con las de un arma de fuego tipo pistola. Locles (2006) aduce que la diferencia se da por el sistema de funcionamiento de amunicionarla y el sistema de extracción de las vainillas.

Por tal motivo, se identificaron las partes esenciales para producir un disparo con la pistola Pietro Beretta, modelo 92FS, Calibre 9mm, lo que es de gran ayuda para quien realice en su labor profesional dictámenes periciales relacionados con armas de fuego de este tipo y sus partes. Anteriormente los peritos encargados de emitir conceptos balísticos sobre el estado de funcionamiento de las armas de fuego, lo hacían basándose en la experiencia, pero no contaban con trabajos académicos que respaldasen el ejercicio pericial, vacío que ha sido aprovechado por la delincuencia. Es por eso que actualmente, una vez emitido el concepto balístico, les es posible a los encargados de interpretar la norma emitir concepto luego de una correcta aplicabilidad de los artículos 365 y 366 del Código Penal, para cerrar las vías de escape judicial (Ley 599 del 2000).

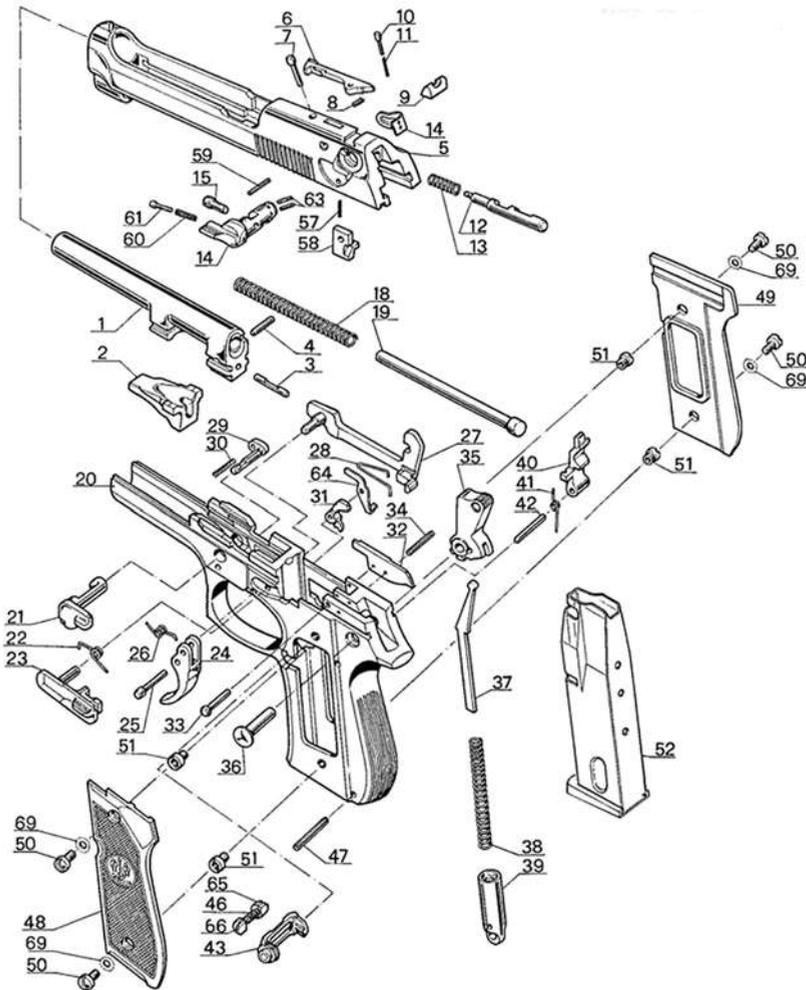
Una vez culminada la búsqueda de antecedentes relacionados se estableció que no se ha documentado ni publicado literatura sobre el tema, aunque Venero (1985) plantea que las piezas fundamentales en las pistolas son los conjuntos de la corredera, de percusión, de disparo, el armazón y el cañón. Es importante esclarecer que los conjuntos mencionados anteriormente corresponden a subdivisiones del arma y que en cada uno de estas se encastran piezas más pequeñas, las cuales cumplen una función específica al momento de efectuarse la sincronía de los mecanismos para realizar el disparo.

Goñi (1988) manifiesta que las armas de fuego tipo pistolas son variadas, pero todas cuentan con piezas fundamentales que realizan el movimiento de sincronización idéntico, independientemente del diseño de la casa fabricante.

En conclusión, el arma Pietro Beretta modelo 92 FS, Calibre 9 mm tiene 23 piezas fundamentales para ejecutar la acción de un disparo, lo que resulta significativamente importante al momento de recolectar evidencia en el lugar de los hechos cuando se realiza un dictamen pericial.

Para futuras investigaciones se recomienda tener en cuenta lo siguiente: (a) utilizar las armas de fuego que emplea la delincuencia en

el territorio colombiano; (b) ceñirse a los protocolos de seguridad en el uso y manipulación de las armas de fuego; (c) descomponer el cartucho y realizar las pruebas con la vainilla y el fulminante; y (d) hacer uso de dispositivos de disparo para las diferentes armas, ya que al momento de retirar piezas y ejecutar las prácticas, la presión producida por la combustión de la pólvora puede causar daños al interior del arma, así como lesiones al operario.



1	Cañón	33	Eje de palancas
2	Bloque de cierre	34	Pasador del expulsor
3	Eje del bloque de cierre	35	Martillo
4	Pasador del bloque de cierre	36	Eje del martillo
5	Corredera	37	Guía muelle del martillo
6	Extractor	38	Muelle del martillo
7	Eje del extractor	39	Tapón muelle del martillo
8	Muelle del extractor	40	Fiador
9	Alza(completa)	41	Muelle del fiador
9.1	Base del alza	42	Eje del fiador
9.2	Mira del alza	43	Reten del cargador
9.3	Tornillo del alza	46	Muelle del retén del cargador
10	Pitón fijación de aleta del seguro	47	Pasador del tapón
11	Muelle del pitón fijación aleta de seguro	48	Cacha izquierda
12	Aguja percutora	49	Cacha derecha
13	Muelle de la aguja	50	Tornillo de cacha
14	Aleta del seguro derecha	51	Casquillo tornillo
15	Cola de la aguja percutora	52	Cargador(completo)
16	Aleta del seguro izquierda	52.1	Cuerpo del cargador
18	Muelle recuperador	52.2	Elevador
19	Guía del muelle recuperador	52.3	Muelle del cargador
20	Armazón	52.4	Enganche del cargador
21	Palanca de desarme	52.5	Tapa del cargador
22	Muelle de la retenida	57	Muelle interruptor de la aguja
23	Retenida	58	Interruptor de la aguja

24	Disparador	59	Pasador del interruptor
25	Eje del disparador	60	Muelle pitón del seguro
26	Muelle del disparador	61	Pitón del seguro
27	Biela	63	Pasador de la aleta del seguro
28	Muelle de la biela	64	Palanca interruptor de la aguja
29	Pulsador palanca desarme	65	Porta muelle retén cargador corto
30	Muelle del pulsador	66	Porta muelle retén cargador largo
31	Palanca abatimiento martillo	69	Arandela dentada empuñadura
32	Expulsor		

## Referencias

Angulo, R.D. (2004). Medicina Forense y Criminalística. Bogotá: Ediciones Doctrina y Ley Ltda.

Angulo, R.D. (2010). Medicina Forense y Criminalística. Bogotá: Ediciones Doctrina y Ley Ltda.

ATF P 7520.2 (1991). Rastreo de Armas de Fuego y explosivos guía, terminología de armas de fuego, EEUU.

ATF M 6310.2 (2000). Manual de campo para la identificación de armas de fuego, terminología de armas de fuego. EEUU.

Beretta (2008). Fabrica d'armi Pietro Beretta s.p.a. Recuperado de <http://berettaargentina.com.ar/grupo-beretta/secciones/beretta-hoy/>

Capturan a hombre que asesinó a dos policías en Soacha (22 de junio del 2015). El Tiempo. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/archivo/buscar?q=armas+de+fuego+pietro+beretta+&producto=eltiempo>

Capturan presuntos armeros de la delincuencia. (09 de junio del 2014). Diario del Huila. Recuperado de <http://www.diariodelhuila.com/judicial/capturados-presuntos-armeros-de-la-delincuencia-cdgint20140609080002159>

Capturan a un hombre tras disparar a policías. (03 julio del 2015). La Opinión. Recuperado de <http://www.laopinion.com.co/judicial/capturan-un-hombre-tras-disparar-polic-94127>

Cibrián, O. (2007). Balística técnica y forense. Buenos Aires: Ediciones La Rocca.

Constitución Política de Colombia. (1991) 2da ed. Legis.

Convención Interamericana Contra la Fabricación y el Tráfico Ilícitos de Armas de Fuego, Municiones, Explosivos y Otros Materiales Relacionados - CIFTA (2004). Programa de Trabajo. Washington D.C

Di Maio, V. (1999). Heridas por armas de fuego, Buenos Aires: Ediciones La Rocca.

Decreto 2535 de 1993. Porte y Tenencia de Armar y Explosivos. (17 de diciembre de 1993).

Decreto 006 de 1993. Normas de control sobre el porte de armas, municiones y explosivos y se dictan otras disposiciones (6 de enero de 1993).

Dirección General de la Guardia (2009). Curso de armamento. Recuperado de <http://www.elguardia.com/descargas/temario-curso-armero-beretta.pdf>.

El Guardia (2014) Pistola Beretta 92fs, Temario Cabo Presencial. Recuperado de [www.elguardia.com/descargas/temario-cabo-presencial-4](http://www.elguardia.com/descargas/temario-cabo-presencial-4)

Fuentes, J.C., Cabrera, J., y Fuentes, C. (2007) Manual de Ciencias forenses, España: Editorial S.I ARAN.

González, N., Lagos, R., Cruz, W., Puentes, L.D., Ariel, C. & Cercado, C. (2011). Determinación de partes esenciales en un arma de fuego corta, revolver Smith & Wesson modelo 10-7. (Proyecto de investigación no publicado) Escuela de Investigación Criminal, Bogotá.

Goñi, M. J. (1988). Gran enciclopedia armas de fuego, Buenos Aires: Editorial Nueva Lente.

Hartink, A. (1998) Enciclopedia de las pistolas y revólveres, San Rafael, Madrid: LIBSA.

Hernández, Fernández & Baptistan (2014). Metodología de la Investigación México: McGraw Hill. Interamericana.

Hincapié, J.G. (2000). Manual de Balística. Bogotá: Editorial ABC.

Indumil. Industria Militar de Colombia. (2015). Cartucho calibre 9 mm. Recuperado de <https://www.indumil.gov.co/producto/defensa-personal/526-9mm-m882-nato>

Jean's (2015) Beretta EE.UU. Corporación. Recuperado de [https://janes.ihs.com/CustomPages/Janes/DisplayPage.aspx?DocType=Reference&ItemId=+++1360779&Pubabbrev=JIW\\_](https://janes.ihs.com/CustomPages/Janes/DisplayPage.aspx?DocType=Reference&ItemId=+++1360779&Pubabbrev=JIW_)

Larrea, J.C. (2005). Manual de armas y de tiro. Buenos Aires: Editorial Universidad S.R.L.

Ley 906 del 2004. Código de Procedimiento Penal Colombiano. (1 de septiembre del 2004).

Ley 1453 dle 2011. Ley de Convivencia y Seguridad Ciudadana. (24 de junio del 2011).

Ley 599 del 2000. Código Penal. (24 de julio del 2000).

Ley 61 de 1993. Facultades extraordinarias para dictar normas sobre armas, municiones y explosivos para reglamentar la seguridad privada (12 de agosto de 1993).

Ley 1119 del 2006. Actualización de registros y permisos vencidos para el control al porte y tenencia de las armas de fuego. (27 de diciembre del 2007).

Locles, R.J. (2006). Balística y pericia, Buenos Aires: Ediciones La Rocca.

López, P. & Gómez, P. (2003). Investigación Criminal y Criminalística, Colombia: Temis S.A.

Maza, M. (1997). Manual de Criminalística. Bogotá: Linotipia Bolívar.

Maza, M. (2003). Manual de Criminalística. Bogotá: Editorial ABC.

Munición.org (2015). Historia Cartucho 9 milímetros. Recuperado de <http://www.municion.org/9para/9para.htm>

Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. (2006). Violencia, crimen y tráfico ilegal de armas en Colombia. Bogotá, Colombia: Editorial Molher Impresores Ltda.

Oficina de las Naciones Unidas. (2005). Protocolo contra la fabricación y el tráfico ilícitos de armas de fuego, sus piezas y componentes y municiones. Recuperado de [http://www.un.org/es/disarmament/conventionalarms/firearms\\_protocol.shtml](http://www.un.org/es/disarmament/conventionalarms/firearms_protocol.shtml).

Policía Nacional de Colombia (2010). Manual logístico de la Policía Nacional para la seguridad personal en el manejo de las armas de fuego, Bogotá, Colombia.

Policía Nacional de Colombia (2014). Realizar estudios balísticos Forenses, Código: 2DC-PR-0010, Bogotá, Colombia.

Policía Nacional de Colombia (2014). Guía de Seguridad y buenas prácticas de laboratorio, normas para el uso de los laboratorios, Código I LA-GU-0008. Bogotá, Colombia:

Real Policía Montada de Canadá (2014) RCMP-GRC, tabla de referencia de armas de fuego. Recuperado de [firt-traf@rcmp-grc.gc.ca](mailto:firt-traf@rcmp-grc.gc.ca).

Ruiz, M.D. (2008). *Balística, Teoría y Práctica*. Colombia: Temis.

Ruiz, T. & José, A. (1986). *Iniciación de las Armas y Tiro*. Bogotá: Dirección General de la Policía.

Sadowski, R. (2012). *Shooter's Bible guide to firearms assembly, disassembly, and cleaning*. New York, EEUU: Skyhorse Publishing

Standard Catalog of Firearms (1998). *Ficha Técnica de armas de fuego*, EEUU: Krause Publications, Inc.

Venero, G. (1985). *Armas Cortas del Siglo XX*, Madrid: Hobby Press, S.A.







## Capítulo 3

### **Análisis Comparativo del Micro-Rayado en Estrías de Projectiles Calibre 7.65 Milímetros y .32 Fabricación Indumil: Disparado con Revolver Llama Cassidy Calibre .32 Long**

José G. Forero C.<sup>1</sup> Jhon C. Trujillo E.<sup>2</sup>, José J. P. Carranza C.<sup>3</sup>,  
Álvaro F. Gómez C.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Estudiante Técnico profesional en Balística. ESINC. gabriel.forero3669@correo.policia.gov.co

<sup>2</sup> Estudiante Técnico profesional en Balística. ESINC. carlos.trujillo7845@correo.policia.gov.co

<sup>3</sup> Estudiante Técnico profesional en Balística. ESINC. juanpablo.carranza@correo.policia.gov.co

<sup>4</sup> Estudiante Técnico profesional en Balística. ESINC. alvaro.gomez8261@correo.policia.gov.co

## ► Introducción

Una práctica que se presenta comúnmente y que el profesional en balística está en la obligación de conocer, es el uso por parte de los actores del delito de la munición calibre 7.65 mm en el revólver calibre .32 long. Es probable que este intercambio de municiones, en una eventual investigación judicial desvíe el curso de las pesquisas debido a la similitud de los calibres y que el investigador se incline por la búsqueda de un arma tipo pistola calibre 7.65 mm, la cual no originó los disparos.

En Colombia es común que la delincuencia utilice revólveres marca Llama, modelo Cassidy, calibre .32 long, dado que no es posible adquirir la munición calibre .32 largo, si la persona no es el tenedor legítimo del arma.

Una de las problemáticas que enfrenta el técnico profesional al desarrollar una comparación balística, es la ausencia de información sobre las características individuales de estos proyectiles (plomo y encamisado), que son disparados con un arma tipo revolver calibre .32 long.

Es así como surge la necesidad de investigar ¿cuáles son las características de identidad en el micro-rayado que imprime el revólver marca Llama, modelo Cassidy calibre .32 long al disparar proyectiles calibre .32 long en plomo y calibre 7,65 mm encamisado de fabricación INDUMIL?

Lo que se pretende es orientar al perito en balística en lo relacionado con la identificación de proyectiles con las características mencionadas al momento de realizar un cotejo microscópico, particularmente cuando el proyectil patrón e incriminado está fabricado en diferentes metales, como es el caso del calibre 7.65 mm encamisado latón militar y el calibre .32 largo en aleación de plomo.

Para la investigación se consultaron diferentes fuentes científicas, como Puerto (2009), quien plantea que la balística instrumental pretende la identificación del arma de fuego por su proyectil. En

su trabajo titulado “Balística identificativa en proyectiles 9x19 milímetros, disparados en pistola CZ, Prieto Beretta y Mini Uzi en superficies de vidrio”, asegura que la balística identificativa se fundamenta en el estudio de proyectiles y vainillas con el fin de encontrar uniprocedencia entre los mismos (p. 30). Esto es corroborado por Vidrio (2007), quien plantea que las características individuales son las particularidades únicas y especiales de cada proyectil disparado por un arma de fuego, las cuales son transferidas y de esta manera hacen posible la identificación técnica y forense de las armas de fuego (p. 339). A su vez Jiménez (2011) expresa que el proyectil, después de recorrer el ánima del cañón, se convierte en su negativo (p. 9).

Por lo tanto, no existen dos armas de fuego de igual marca y modelo, que aunque sean producidas consecutivamente con la misma herramienta, dejen idénticas características individualizantes sobre el proyectil (Ushiña, 2009, p. 38).

En ese sentido, Méndez, Rivera y Soto (2012), con el propósito es hallar similitudes entre las marcas y determinar si provienen de la misma arma hacen referencia a la actividad de cotejo microscópico para la comparación de dos proyectiles en cuanto al patrón e “incriminado”, (p. 123). Asimismo, la Fiscalía General de la Nación (2005), en su manual “Balística Forense”, menciona que se deben cotejar los proyectiles entre sí con la ayuda del macroscopio de comparación balística, el cual permite la observación simultánea de dos proyectiles para la búsqueda de señales individuales que determinen si fueron disparados por la misma arma (pp. 14-15).

En concordancia con Aragón (1996), el estudio microscópico comparativo se fundamenta en que toda arma al momento de su fabricación alcanza características propias que la individualizan de las demás (p. 24). Por su parte Maza (2000), en su manual de criminalística esgrime que, al comparar las estrías de dos proyectiles diferentes se puede llegar a la conclusión de que fueron disparados por la misma arma si se encuentran características iguales en cada una de ellas (p. 40), término que fue acuñado por Angulo (2010), quien expone que

las estrías tienen un desgaste natural por los disparos del arma, y que estas características quedan marcadas en el interior del cañón, y después se transfieren a la superficie del proyectil lo que determina su identificación con relación al arma que lo disparó (p. 587).

Asimismo, Ramos (2002) expone los principios de identificación e individualización de los proyectiles basándose en las zonas con micro-rayado dejadas por el ánima del cañón sobre el cuerpo longitudinal de un proyectil (p. 113).

En contraste Ruiz (2009) manifiesta que toda arma de fuego al momento de ser fabricada adquiere características propias que la hace única y diferente a otras armas y, que dichas características son transferidas a las vainillas como a los proyectiles (p. 58). En coincidencia, Riaño y Morales (2010) expresan que la balística identificativa es el estudio microscópico de vainillas y proyectiles, basado en el principio de individualización de las armas de fuego, las cuales al momento de producirse el disparo, transfieren características identificativas tanto al proyectil como a la vainilla, (p. 1.893).

Por su parte Méndez, et. al (2010) reconocen las marcas o características impresas a los proyectiles por el interior del cañón, las que conducirían a identificar cada arma de manera efectiva (p. 229). Estas características microscópicas, según Agudelo, Ceballos y Labrado (1997) son propias del ánima o interior del cañón y quedan impresas en el proyectil como estrías y macizos, debido al paso forzado del proyectil por el cañón (p. 35).

En este mismo sentido, Accorinti y Otero (2014) exponen que “esas características se observan perfectamente y su evaluación cualicuantitativa por parte de un experto, permite arribar a una determinada condición de identidad” (p. 38).

En correspondencia, Thompson (2010) manifiesta que la presión extrema producida por los gases causados dada la deflagración del propelente, hace que la parte trasera del proyectil se deforme ligeramente y se dilate para llenar el interior del cañón. Esta

deformación ayuda a sellar los gases detrás del proyectil y hace que en esta zona se transfiera mejor el micro-rayado (p. 15).

Zuluaga (2000a) establece que en los proyectiles se evidencian características específicas, las cuales aparecen cuando han sido disparados y pueden ser deformaciones, impregnaciones, rayas, estrías y macizos (p. 143). En correspondencia Howitt, Tulleners, Cebra y Chen (2008) establecen que las mejores marcas de micro-rayado se imprimen sobre la base de los proyectiles (p. 1).

De acuerdo con otros autores como Hamby (2009), a partir de las marcas de herramientas es posible o no identificar las armas utilizadas si se evalúan las características mediante una comparación óptica de microscopio (p. 99). Aunándose a este planteamiento, Nichols (2015) asevera que la identificación de marcas de herramientas se debe comprobar a través de un examen comparativo de dos o más conjuntos de patrones, que conste de picos individuales en su superficie, así como crestas y surcos con altura relativa, profundidad, anchura, curvatura y relación espacial (p. 2).

En otras investigaciones como la de Gallego (1996), se menciona que para identificar un proyectil disparado por un arma de fuego, es indispensable tener en cuenta el número de estrías, anchura y sentido de rotación de las mismas y las huellas producidas por el interior del cañón (p. 20-21). Paralelamente, Rodríguez, Mendivelso y Salamanca (1998) afirman que las herramientas utilizadas para tallar el interior del cañón le concede a cada arma características individualizantes que la hace única (p. 11).

Rodríguez y González (1998) definen como características específicas aquellas deformaciones, impregnaciones, rayas, estrías o macizos que presenta el proyectil al ser disparado (p. 22). Según Di Maio (2007) las marcas del proyectil en plomo son más distintivas que las encontradas en las balas encamisadas, porque la coraza del metal es muy dura y esto hace que sea menos probable que se vean las marcas de estriado (p. 73). Por su parte, con el fin de realizar una excelente pericia en proyectiles, Gamarra (2014) expone la

identificación inmediata teniendo en cuenta la morfología, el tamaño y la constitución (Pb desnudo, encamisada, semiencamisada, baño electrolítico), así como cantidad y sentido de estrías (p. 47).

La Fiscalía General de la Nación (2005, citada por Cano, 2013, p. 91) en el protocolo FGN-ESC-PB-02, 2005 establece como criterio de identificación el hallazgo de mínimo ocho coincidencias consecutivas en una sola estría.

Es más, la Association of Firearm and tool mark examiners (AFTE, 2013) en su página de internet relaciona la identificación de las armas de fuego con una ciencia comparativa de dos niveles, las características de clase y las individuales. El examinador se basa en estas últimas para emitir sus dictámenes de uniprocedencia.

Ahondando en el tema del cotejo microscópico, se encuentra el método Consecutive Matching Striations (CMS) definido por Roa y Valencia (2001) como los micro-rayados que consecutivamente se alinean en la superficie de los proyectiles sin ninguna clase de interrupción (p. 42). Por su parte Triviño, Tulcán, Alfonso, Hernández y García (2009) hacen referencia al método adoptado por Brus Mooran, quien argumenta que el micro-rayado se divide en dos fases: de segunda dimensión, que es la que tiene mínimo un grupo de ocho rayas o dos grupos de mínimo cinco rayas cada uno y la de tercera dimensión, que deben tener mínimo un grupo de seis rayas o dos grupos de mínimo tres rayas cada uno (pp. 79, 80, 81).

Sobre este tema, Biasotti, Murdock, Faigman, Kaye, Saks, Sanders (citados por Scientific Working Group for Firearms and Toolmarks SWGGUN y AFTE, 2011) plantean la teoría de CMS sobre la identificación de los proyectiles de las armas de fuego con un sistema cuantitativo en segunda y tercera dimensión (p. 73). En este sentido, Steele (2015) manifiesta que cuando se realiza este tipo de comparaciones el examinador puede llegar a esta clase de conclusiones: (a). Identificación, (b) Eliminación, (c) No concluyente, (d) Inadecuado para la comparación microscópica (p. 19).

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, Grzybowski, Miller, Morand, Murdock, Nichols y Thompson (2015) refieren que los métodos utilizados por los examinadores de armas y marcas de herramientas cumplen con los criterios para la identificación por los proyectiles disparados (p. 1).

Zuluaga (2000b) afirma que los autores materiales del delito utilizan la munición calibre 7.65 mm en el revólver calibre .32 pulgadas (p. 31), lo que está acorde a lo expuesto por Ruiz (2008): “en diligencia realizada se encontró un revolver calibre .32 largo, al cual le habían acondicionado unas láminas metálicas enrolladas en cada uno de los alvéolos, lo cual permitía usar cartuchos calibre 7.65 milímetros” (p. 101).

Para estos casos, el calibre en las armas de fuego según Manzano, Guerrero y Arcaute (2001) hace referencia al diámetro interior del cañón y se mide en milímetros o en fracciones decimales de pulgada (p. 5).

De la misma forma Di Maio, (2007) afirma que:

Ciertas armas pueden cargar y disparar munición de un calibre diferente de aquel para el cual fueron concebidas [...]. Algunas pistolas automáticas son capaces de disparar munición de revolver y algunos revólveres pueden disparar munición automática [...]. El revólver calibre .32 es bien conocido por su habilidad para cargar y disparar el cartucho automático con semi-reborde .32 ACP (p. 405).

Esto difiere de lo expuesto por Sporting Arms and Ammunition Manufacturers Institute, INC. (2015), quienes recomiendan utilizar munición para pistola en lugar de cartuchos para revolver (p. 4).

Con respecto a esta arma, la Industria Militar de Colombia (2015) relaciona en su catálogo de productos el revolver marca Llama, modelo Cassidy, calibre .32 long, que tiene una longitud del cañón de tres pulgadas, capacidad de carga de seis cartuchos y un alcance efectivo de 30 metros.

Para este revolver la Industria Militar de Colombia fabrica el cartucho calibre .32 largo, con una longitud de 32 mm. También produce la munición calibre 7.65 milímetros, diseñada para pistola, con una longitud de 24.4 mm.

Al comparar el micro-rayado de los proyectiles calibre .32 L y calibre 7.65 mm, es necesario utilizar el microscopio de comparación balística marca Leica FSC. Leica Microsystems (2015) lo relaciona como un instrumento de comparación de imágenes yuxtapuestas o superpuestas para analizar cabellos, fibras, proyectiles o huellas de herramientas.

De acuerdo con lo anterior, la presente investigación tiene por objetivo realizar un análisis comparativo del micro-rayado en proyectiles calibre 7.65 milímetros y .32 L fabricados por INDUMIL, disparados con revolver llama Cassidy calibre .32 long. Lo anterior pretende suministrar a los peritos en balística un estudio de carácter científico que sustente el desarrollo de sus dictámenes, toda vez que los resultados obtenidos permitirán a los intervinientes del proceso penal el esclarecimiento de las conductas punibles.

## Método

Esta investigación es de enfoque cuantitativo, puesto que permite la recolección de datos con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comparación (Hernández, Fernández & Baptista, 2010, p. 4). Asimismo, se realiza una investigación de tipo comparativo, ya que se busca analizar las diferencias y/o similitudes del micro-rayado de los proyectiles calibre 7.65 mm (encamisado con núcleo en plomo) y .32 L (plomo desnudo) disparados con revolver Llama Cassidy calibre .32 Long.

### **Variables de estudio o análisis.**

Se toman como variables de estudio el micro-rayado impreso en las estrías de los proyectiles calibre 7.65 mm y calibre .32 L, disparados con el revólver Llama Cassidy calibre .32 Long, con el fin de analizar las diferencias y/o similitudes de las características de los micro-rayados a través de la presencia o ausencia de las mismas, para lo cual se utilizó el método Consecutive Matching Striations -CMS.

## **Población y muestra.**

Para la selección de la muestra se recibió donación de munición del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Seccional Bogotá, representada en veinte (20) cartuchos calibre 7.65 mm y veinte (20) cartuchos calibre .32 L de fabricación INDUMIL.

Este muestreo es no probabilístico intencional, debido a que “la elección de estos elementos que hacen parte de la muestra no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra” (Hernández et al., 2010, p. 176).

## **Instrumentos.**

Para la recolección de la información se elaboró y diligenció una tabla dinámica, diseñada en Excel, aplicación que organiza datos numéricos o de texto en hojas de cálculo (Office, 2015).

Una vez obtenidos los datos fueron analizados mediante el software SPSS, que prevé con seguridad lo que va a ocurrir para la toma de las decisiones que permitan resolver problemas y mejorar los resultados (International Business Machines Corp. IBM, 2015, párr.1). Inicialmente se evaluó la normalidad de las muestras con Kolmogorov – Smirnov, la cual compara la función de distribución acumulada (IBM Knowledge Center, 2012, párr. 1) y en función de los resultados se realizó el análisis estadístico con Chi<sup>2</sup> o T de Studen para muestras no relacionales, el cual está inmerso en el software.

## **Procedimiento**

Para llevar a cabo la investigación se realizó el siguiente procedimiento en tres fases:

**Fase I. Campo.** Se identificó la cantidad de patrones de proyectiles calibre 7.65 mm y .32 L necesarios para realizar el análisis. En el Instituto Colombiano de Medicina Legal y Ciencias Forenses,

Seccional Bogotá, se realizó el procedimiento de toma de patrones usando el revólver marca Llama Cassidy calibre .32 Long en el recuperador de proyectiles en agua, lo cual fue ejecutado.

**Fase 2. Laboratorio.** Estas muestras fueron llevadas a la zona analítica del laboratorio de balística donde, a partir de la secuencia de disparo y tal cual como fueron obtenidos, se marcaron con lápiz eléctrico los proyectiles.

A continuación, en el área de microscopía, mediante el Método de Goddar y White: (comparador balístico), que es un sistema de gran utilidad, considerado uno de los más importantes que existe para detectar las características específicas de los proyectiles, se utilizó el microscopio de comparación balística Leica FSC (Mauricio, 2013, p. 65). Se realizaron las confrontaciones según Firearm Examiner Training (2015) las características físicas de clase, subclase e identificativas en estrías, con el objeto de encontrar la uniprocedencia entre surcos (párr.1). De esta forma se logró la identificación de la primera estría en cada uno de los cuarenta proyectiles. A su vez, se unificó el criterio de rotación de los proyectiles, mediante la realización de un desenvolvimiento consecutivo sobre su propio eje girando hacia el analista, y se le asignó un número consecutivo a cada estría, desde el dígito uno hasta el seis.

Con el propósito de iniciar el análisis comparativo, se instalaron en el porta-objetos del lado izquierdo del microscopio, los proyectiles calibre 7.65 mm, los cuáles se confrontaron del uno al veinte con el primero, calibre .32 L. Este procedimiento se efectuó con los diecinueve proyectiles restantes, hasta completar las 2.400 comparaciones posibles entre estrías. El análisis se llevó a cabo en los laboratorios de la Dirección de Investigación Criminal y Seccional de Investigación Criminal de la Policía Metropolitana de Bogotá.

**Fase 3. Análisis de resultados.** Se digitaron los datos obtenidos de las observaciones de los cotejos en la tabla dinámica de Excel, y se interpretaron los resultados con el software SPSS.

## Resultados

Mediante la observación directa se lograron identificar dos características particulares sobre la superficie de los proyectiles calibre 7.65 mm y .32 L, las cuáles fueron denominadas por el grupo de trabajo como deslizamiento y desplazamiento. La primera se refiere a aquella deformación de las estrías que no permite su continuidad longitudinal y, la segunda, aquella deformación plástica del latón que hace depresiones o desigualdades en las estrías. En algunos casos, aunque se presentó micro-rayado, no fue repetible ni reproducible para lograr su identificación (calibre 7.65 mm). En otros la superficie fue totalmente irregular (calibre .32 L).

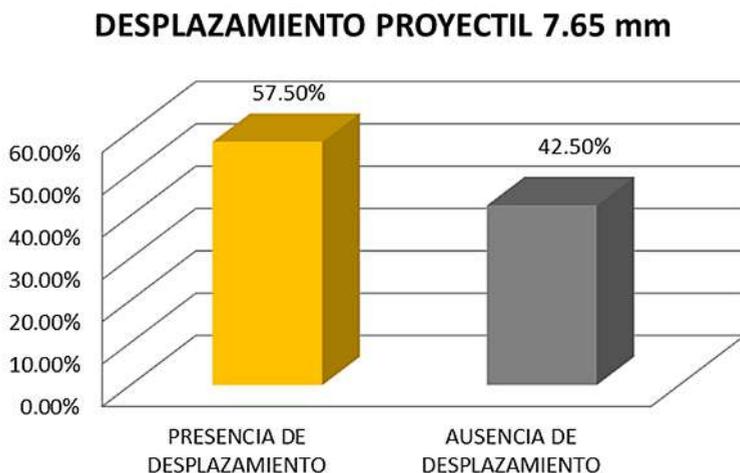
Al respecto, Di Maio (2007) asevera que los proyectiles disparados por revólveres pueden mostrar marcas de deslizamiento, las cuales ocurren cuando el proyectil salta el espacio entre el tambor y el cañón y golpea los macizos, el proyectil se resiste al giro y se desliza (p. 74).

Una vez analizadas las características presentadas por el software estadístico SPSS, se determinó que el desplazamiento en los proyectiles calibre .32 L estuvo presente en 73 estrías, lo que corresponde al 61%. No se presentó esta particularidad en 47 estrías, lo que equivale al 39% (Figura 1).



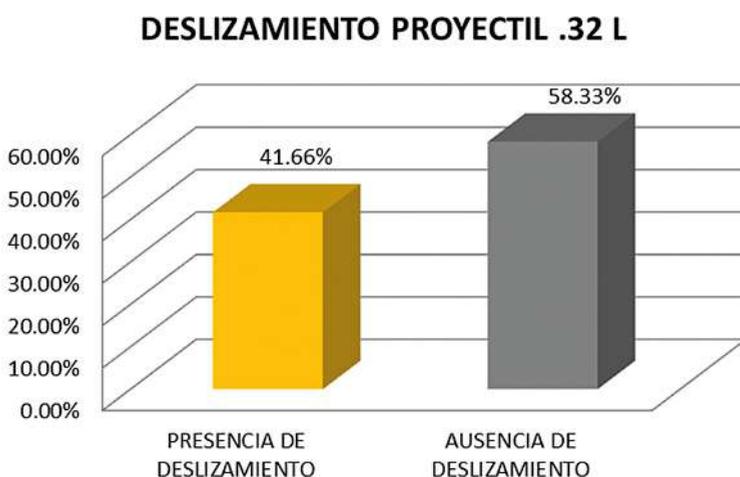
**Figura 1.** Desplazamiento proyectil .32L

De igual forma, esta característica en los proyectiles calibre 7.65 mm se presentó en 69 estrías, lo que equivale al 57% y no estuvo presente en 51 estrías, es decir, en el 43% (Figura 2).



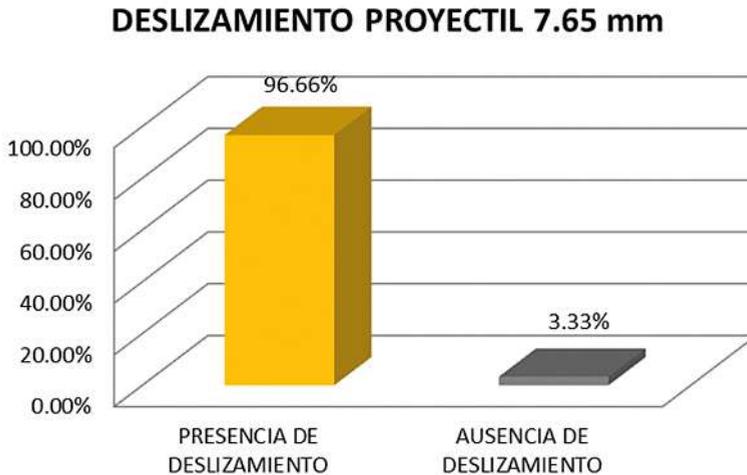
**Figura 2.** Desplazamiento proyectil 7,65 mm

Por su parte, la característica de deslizamiento en los proyectiles .32 L se presentó en 50 estrías el 42% y en 70 estrías no estuvo presente que equivale al 58% (Figura 3).



**Figura 3.** Deslizamiento proyectil .32L

En los proyectiles calibre 7.65 mm esta particularidad estuvo presente en 116 estrías, que corresponde al 97% y estuvo ausente en cuatro estrías, es decir, en el 3% (Figura 4).

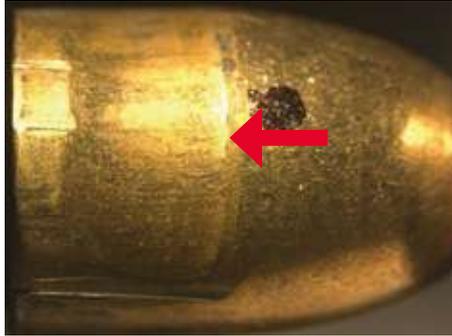


**Figura 4.** Deslizamiento proyectil 7.65 mm

Además, en los proyectiles calibre 7.65 mm, que fueron disparados con revólver calibre .32 Long se presentaron los siguientes caracteres: Se halló una fractura de material o fractura dúctil del latón que recubre el núcleo. En algunos proyectiles encamisados esta fisura se ubica en el inicio de la forma ojival. Según el documento “Mecánica de Fractura”, esto se debe al sometimiento del material a tensiones más allá de su propiedad elástica, lo que hace que se divida (Figura 5) (Arana & González, 2002 p. 149).

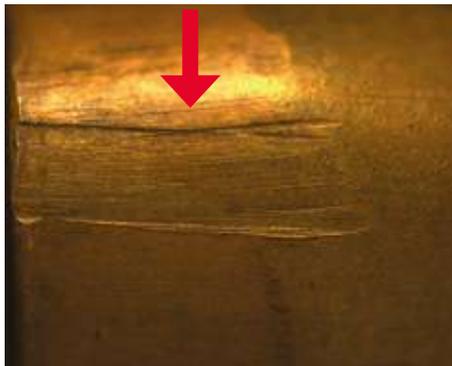


**Figura 5.** Fisura en proyectil encamisado



**Figura 6.** *Proyectil con cintura o angostamiento*

También se detectó que la mayoría de las estrías de los proyectiles encamisados no continúan con su morfología longitudinal tradicional o típica, sino que se deslizan por lo que producen una forma ondulada que termina en “>”(Figura 7, 8).



**Figura 7.** *Característica ondulamiento.*



**Figura 8.** *Característica símbolo “>”.*

Cabe mencionar que en algunos proyectiles el micro-rayado de las estrías llegó hasta su parte ojival, aunque en esta zona la cantidad fue escasa.

Por su parte, los proyectiles calibre .32 L sufrieron otras alteraciones como zonas de superficie irregular que carecen en su totalidad de micro-rayado (desplazamiento), lo que obstaculizó la visualización de las texturas finas que caracterizan las uniones entre estrías y macizos y evitó diferenciar unos y otros (Figura 9).



**Figura 9.** Característica desplazamiento.

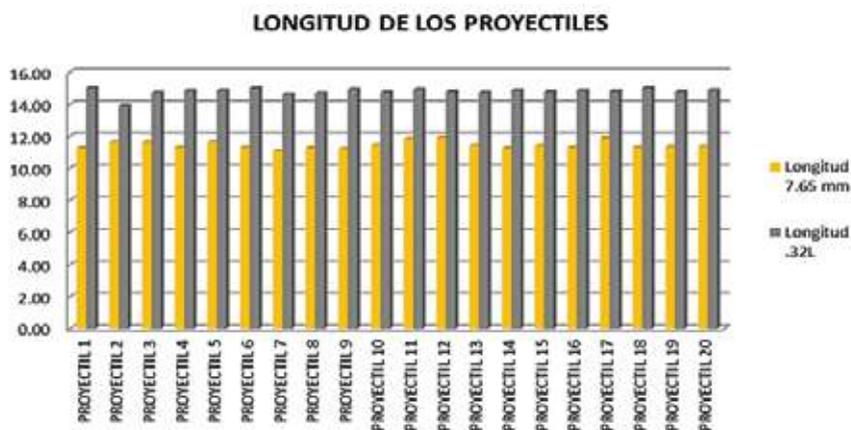
En algunas estrías la transferencia de micro-rayado del cañón al proyectil fue poco visible o insuficiente para realizar las comparaciones, aunque en estas zonas se distinguió bien, tanto el ancho como el largo de las estrías.

Se percibió que la dirección longitudinal de las estrías en algunos casos se desvía y no conserva su rotación de izquierda a derecha. Igualmente, la zona de los proyectiles donde es más deficiente el micro-rayado es la base, lugar en el que es menor la cantidad de características reproducibles y repetibles.

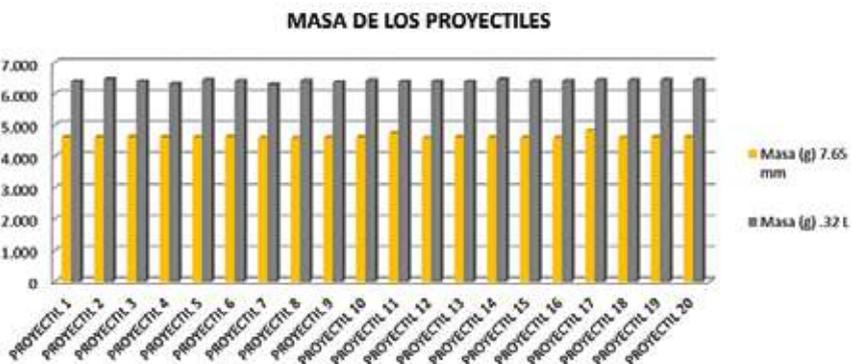
Con el propósito de verificar si este tipo de anomalías en los proyectiles fueron causadas por la fatiga de material del arma utilizada y encontrar desgastes excesivos, así como fracturas, fatigas de material, dilataciones o cualquier otra propiedad física del metal

que pueda alterar los proyectiles, se inspeccionó minuciosamente el revolver con una lupa estereoscópica. Al finalizar dicha observación no se halló ninguna anomalía en el arma.

Una vez realizadas las confrontaciones entre los proyectiles calibre 7.65 mm y .32 L, se identificó que las estrías de los calibre 7.65 mm son más anchas que las de los proyectiles calibre .32 L. Lo anterior se presenta debido a que las mediciones físicas de los proyectiles permitieron establecer que los de calibre 7.65 mm son más cortos y livianos (menos masa) que los de calibre .32 L, como puede observarse en las Figuras 10 y 11.

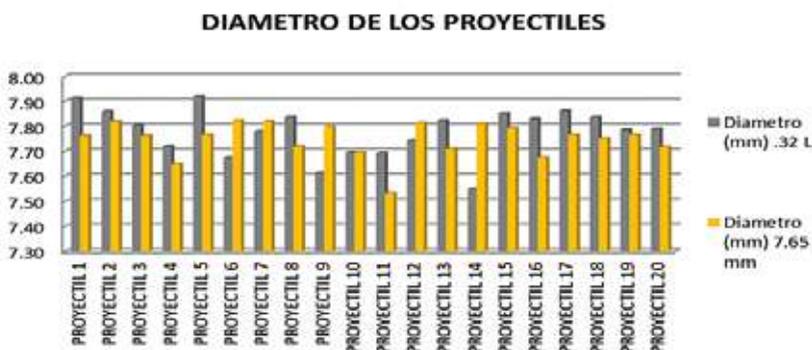


**Figura 10.** Longitud de los proyectiles



**Figura 11.** Masas de los proyectiles

En lo relacionado con el diámetro de los proyectiles, se detectó que existe una variación significativa entre el calibre 7.65 mm y el .32 L, debido al proceso de elaboración de la casa fabricante, tal cual como se especifica en la discriminación de sus medidas promedio (Figura 12).



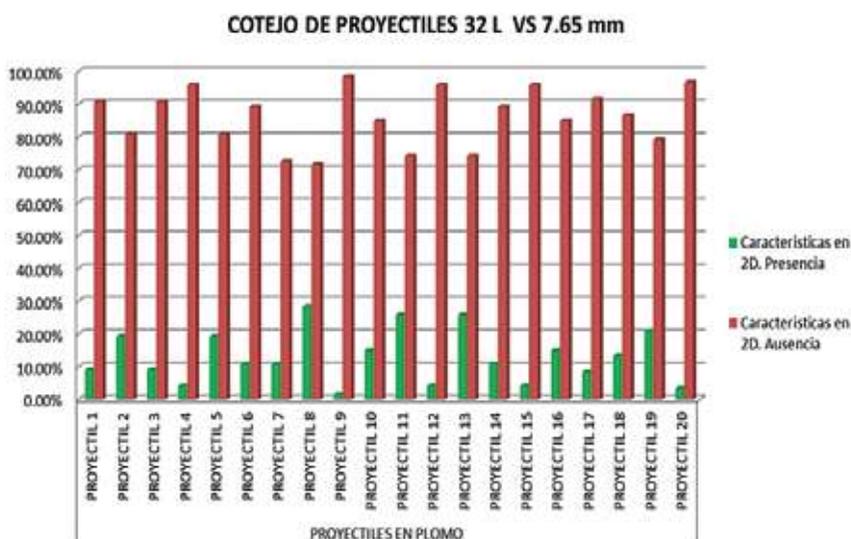
*Figura 12. Diámetro de los proyectiles*

Una vez analizadas las 2,400 comparaciones de las estrías de los proyectiles calibre 7.65 mm y .32 L con el software SPSS, se obtuvo el siguiente resultado:

Frente a los veinte proyectiles calibre 7.65 mm, el proyectil número 1, calibre .32 L tuvo un porcentaje de uniprocedencia del 9,17% y de no coincidencias del 90,83%.

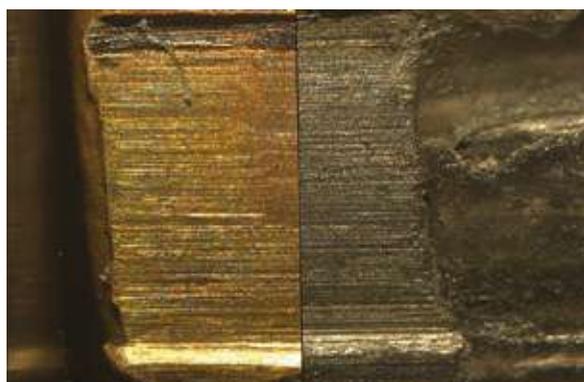
- El proyectil número 2, uniprocedencias de 19,17% y de no coincidencias del 80,83%.
- El proyectil número 3, uniprocedencias de 9,17% y de no coincidencias del 90,83%.
- El proyectil número 4, coincidencias del 4,17% y diferencias del 95,83%.
- El proyectil número 5, similitudes en el 19,17% y diferencias en el 80,83%.
- El proyectil número 6, correspondencias del 10,83% y diferencias del 89,17%.
- El proyectil número 7 uniprocedencias de 10,83% y no coincidencias del 72,50%.
- El proyectil número 8 coincidencias del 28,33% y desacuerdos del 71,67%.
- El proyectil número 9, coincidencias del 1,67% y divergencias dle 98,33%
- El proyectil número 10 correspondencias del 15,00% y diferencias del 85,00%
- El proyectil número 11 uniprocedencias del 25,83% y no coexistencias del 74,17%
- El proyectil número 12 coincidencias del 4,17% y diferencias del 95,83%
- El proyectil número 13 coincidencias del 25,83% y divergencias del 74,17%.
- El proyectil número 14 uniprocedencias del 10,83% y diferencias de 89,17%
- El proyectil número 15 uniprocedencias del 4,17% y no coexistencias del 95,83%
- El proyectil número 16 coincidencias del 15,00% y desacuerdos del 85,00%
- El proyectil número 17 similitudes del 8,33% y discrepancias del 91,67%.

El proyectil número 17 igualdades del 8,33% y diferencias del 91,67%,  
 El proyectil número 18 uniprocedencias del 13,33% y no coexistencias del 86,67%,  
 El proyectil número 19 coincidencias del 20,83% y desacuerdos del 79,17%;  
 El proyectil número 20 coincidencias del 3,33% y divergencias del 96,67% (Figura 13).



**Figura 13.** Cotejo de proyectiles

Estos resultados armonizan con los criterios de identificación del método CMS y de la primera variable utilizada, grupos de dos dimensiones (2D). En este sentido, se estableció que el 86,21% de la población no cumple con los requisitos exigidos para establecer uniprocedencias entre dos proyectiles y el 12,96% sí (Figura 14).



**Figura 14.** Uniprocedencia encontradas en una estría.

Ahora bien, los resultados obtenidos por el software con respecto a la segunda variable, características de tres dimensiones (3D) del método de identificación CMS que se presentaron en las 2,400 comparaciones con respecto al proyectil número 1, calibre .32 L, frente a los veinte proyectiles calibre 7.65 mm, logró determinar que el porcentaje de uniprocedencias es de 0,83% y de no coincidencias es del 99,17%. Por su parte, en el proyectil número 13 el estándar de similitudes fue de 0,83% y de no coincidencias del 99,17%.

No obstante, en los 18 proyectiles calibre .32 L restantes, comparados cada uno con los 20 proyectiles calibre 7.65 mm, no se hallaron coincidencias. Por consiguiente, se establece que el porcentaje de no coincidencias en los grupos de 3D de la población utilizada para el análisis, fue de 99,92% frente a un 0,08% de concordancia (Figura 15).

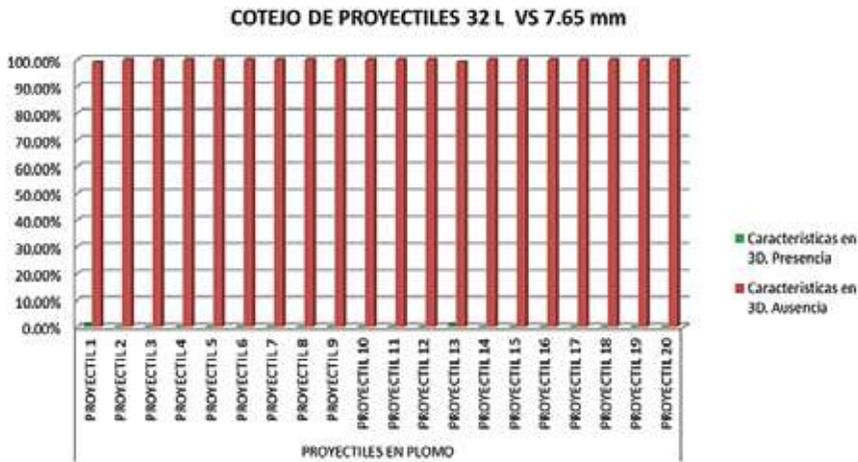


Figura 15. Cotejo de proyectiles .32 L vs 7.65 mm

## Discusión

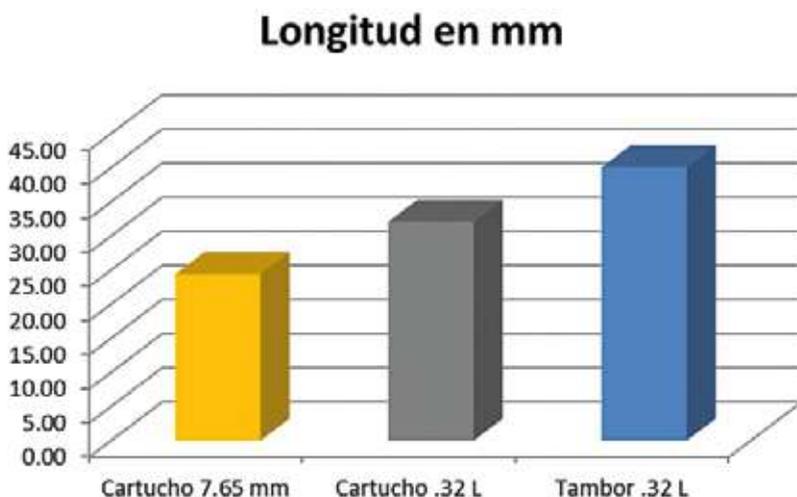
Teniendo en cuenta la pregunta planteada en la investigación, se concluye lo siguiente:

Aunque en un alto porcentaje de los proyectiles en plomo y encamisados disparados con el revólver Llama se imprimieron características de micro-rayado en las estrías, estas no necesariamente

fueron individualizantes o aptas para determinar uniprocedencias. Esto difiere del planteamiento de Hamby (2009), quien afirma que al disparar un arma de fuego en varias oportunidades consecutivas, esta sigue dejando características individualizantes (p. 99).

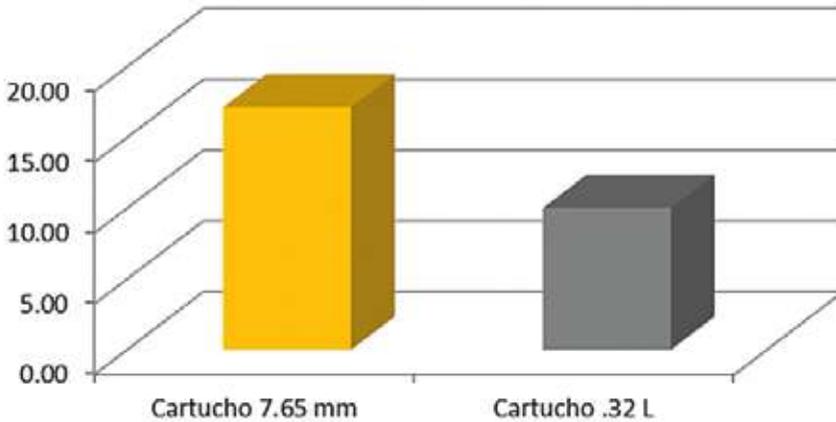
Es así como se maneja la hipótesis del origen de las siguientes características en los proyectiles encamisados. En primer lugar se analizó el desplazamiento causado por la diferencia de longitud del cartucho 7.65 mm, que tiene un largo de 24.38 mm, en contraste con la longitud del tambor del arma de fuego que es de 40.03 mm. Esto causa una diferencia significativa en el interior del alvéolo de 17.14 mm, una distancia que es recorrida por dicho proyectil sin ajuste ni dirección y que al momento de encajar en el cañón produce este tipo de características en diferentes lugares del cuerpo del proyectil. Es por esto que este tipo de munición es elaborada para armas de fuego automáticas o semiautomáticas y no para revolver.

Por otra parte, el cartucho .32 L posee una longitud de 32.60 mm en discrepancia con la extensión del tambor del arma, que es de 40.03 mm, por lo que se produjo un desacuerdo en el interior del alvéolo de 7.43 mm. La distancia que recorre el proyectil es irregular al ser esta menor que la que se recorre en el calibre 7.65 mm, que asciende a 17.14 mm.



**Figura 15.** Cotejo de proyectiles .32 L vs 7.65 mm

## Espacio recorrido por el proyectil en el alvéolo (mm)



**Figura 17.** Distancia que recorre el proyectil en forma irregular en el alvéolo

Las características de deslizamiento que se presentaron en los dos calibres debido a la falta de ajuste de los proyectiles a las paredes internas del cañón, provocaron que la bala se moviera de forma irregular mientras se desplazaba por el interior del cañón. Esto trajo como consecuencia la falta de exactitud del diámetro del proyectil, lo cual es un error de origen, es decir, de fabricación. Otro fenómeno causado por esta anomalía fue el desvío de la dirección longitudinal de algunas estrías que no conservaron su rotación de izquierda a derecha.

Con respecto a la cintura o angostamiento, posiblemente fue producida por la excesiva presión de los gases en la base del proyectil, que al desplazarse golpeó en las paredes internas del cañón y produjo esta anomalía. Esto dificultó las comparaciones, debido a que obstaculizó la visualización de las texturas finas que caracterizan las uniones entre estrías y macizos y, por lo tanto, evitó su diferenciación.

A la postre, se concluye que la forma ondulada y la terminación en “>” presente en las estrías de los proyectiles calibre 7.65 mm,

fue ocasionada por la falta de ajuste del proyectil a las paredes internas de los alvéolos y del cañón, efecto que también pudo influir en que el micro-rayado en algunos proyectiles llegara hasta su parte ojival.

De igual manera, en los proyectiles donde se marcó bien el ancho y largo en algunas estrías con micro-rayado escaso, se infiere que esto se presentó por causa de la munición correspondiente al calibre del arma de fuego. Asimismo, el micro-rayado fue insuficiente por el posible desgaste del ánima del cañón y la excesiva maleabilidad que presenta el plomo.

Así también, se determinó que sobre la base de los proyectiles calibre .32 L no siempre se transfieren las mejores marcas de micro-rayado, debido a la reducción milimétrica que presentan en dicha zona. Lo anterior se debe a que el plomo es maleable y a que esta zona se encuentra dentro de la vainilla. Esto hace que su diámetro sea milimétricamente menor y que esta área no tenga la fricción necesaria sobre las paredes internas del cañón (ánima), lo que se diferencia del planteamiento de Howitt, Tulleners, Cebray, y Chen (2008) quienes afirman las mejores marcas de micro-rayado que se imprimen sobre la base de los proyectiles (p. 1).

Thompson, Miller, Ols y Budden (2002) afirman que en algunos casos la acumulación de suciedad y residuos pueden influir en la transferencia del micro-rayado a los proyectiles (p.7). Se buscó reducir este efecto al obtener las muestras objeto de análisis de la presente investigación mediante la limpieza del cañón entre disparo y disparo.

Aunque en la microscopia focal, como expone National Institute of Standards and Technology (2015), la determinación de la continuidad del micro-rayado y la diferenciación de los grupos se hace compleja por la superficie curva y la determinación visual de profundidad (p.2), el equipo de trabajo analizó cuidadosamente cada zona en las estrías con el propósito de reducir este inconveniente al momento de las comparaciones y de evitar una percepción equivocada en la observación.

Ahora bien, Uchiyama (2008) asegura que el diámetro, peso y/o velocidad de los proyectiles, afecta la reproducibilidad del micro-rayado de referencia para cotejo (p. 12). Dicha afirmación puede ser válida si se tiene en cuenta que todos los cartuchos objeto de análisis no poseían el peso exacto, sino que por el contrario se presentaron variaciones que pudieron afectar los factores mencionados por Uchiyama.

Teniendo presente los resultados es posible responder la pregunta de Schwartz (2005), ¿Cuál es la probabilidad de que las marcas creadas por una herramienta sospechosa del mismo tipo, seleccionada al azar, coincidan con las características de la marca de herramientas visibles en la evidencia? (p. 1). Para esta investigación, dicha probabilidad es de 12.96 %, por la complejidad de los materiales constitutivos de los proyectiles.

Llegado a este punto es preciso estudiar si la longitud de los proyectiles influye en la ubicación topográfica del micro-rayado individualizante y, a su vez, en el resultado subjetivo de uniprocedencias o falta de concordancias que el investigador ha asignado a cada estría. En este sentido, al iniciar las comparaciones se tomó como punto de referencia desde la base hasta la punta de los proyectiles, donde se evidenció que las estrías del calibre 7.65 mm son más cortas. Esto hace que el micro-rayado sea físicamente igual a medida que avanza la comparación, pero espacialmente no se encuentre ubicado en el mismo lugar.

Dicho lo anterior, no se puede determinar que este micro-rayado es no concluyente, si se tiene en cuenta que ambos proyectiles recorrieron la totalidad del ánima del cañón y, aunque longitudinalmente no se encontraron exactamente en el mismo lugar, las características de uniprocedencia si le fueron transmitidas a las estrías.

Se puede concluir que durante el transcurso de las comparaciones realizadas entre las estrías de los proyectiles calibre 7.65 mm y .32 L, fueron halladas características en cantidades considerables de dos dimensiones semejantes en ambos proyectiles, pero a pesar de que su morfología era idéntica en el latón y el plomo, cuando se realizó su conteo para ubicar los grupos exigidos por el método CMS, se encontró que al tratar de ubicar un grupo de características estas

no superaban siete, y al buscar el segundo criterio, que consiste en dos grupos de cinco características, solo se halló un conjunto, por lo que no fue posible cumplir con este criterio.

Como se pudo observar, las características de tres dimensiones transferidas por el cañón a los proyectiles fueron muy escasas o imperceptibles, si se tiene en cuenta que dichos caracteres son transferidos por la propiedad mecánica de presión. El paso del proyectil por el ánima del cañón se da gracias a la fricción definida como una marca de herramienta la cual deja características en dos dimensiones que son más perceptibles al visualizarlas con instrumentos especializados como es el microscopio de comparación balística.

A pesar de que los 40 proyectiles fueron disparados con una misma arma de fuego, esto no fue suficiente para que el cañón utilizado estampara las características propias adquiridas en su fabricación como lo menciona Chinchilla (2008) en su trabajo de grado “La utilización de las huellas balísticas para identificar armas de fuego que participan en hechos delictivos”, quien además resalta que estas particularidades quedan como microlesiones en los proyectiles y vainillas dejadas por parte del arma de fuego (p. 15).

En este sentido la cantidad de las características dejadas en las estrías no fueron suficientes para cumplir con los criterios de identificación del método (CMS), en el cual se delimitan grupos de micro-rayado en 2D y 3D para lograr uniprocendencia entre proyectiles. (Biasotti, Murdock & Moran, 2008, citados por Petraco, Chan, De Forest, Diaczuk, Gambino, Hamby, Kammerman, Kamrath, Kubic, Kuo, McLaughlin, Petillo, Petraco, Phelps, Pizzola, Purcell, & Shenkin, 2012, p. 15, 16). En concordancia con Howitt, et.al (2008) quienes afirmaron que el ancho de una serie de líneas individuales debe ser igual a la distancia de separación y que solo es observado microscópicamente. (p. 1).

En conclusión, se pudo apreciar que el nivel de coincidencias del micro-rayado en dos dimensiones entre los proyectiles calibre 7.65 mm y .32 L es demasiado bajo para la presente investigación teniendo

en cuenta las variables de los componentes de las dos municiones; por ende, su sustentación ante un estrado judicial, aunque no carezca de validez es tediosa al momento de explicar las variables tenidas en cuenta en la discusión.

Con respecto a las consecuencias de los caracteres de 3D en las estrías, los análisis de uniprocedencias no alcanzaron el 1%; probabilidad excesivamente baja para comprometerse a emitir conceptos en este tipo de comparaciones.

Al mismo tiempo hay que tener en cuenta que al momento de realizar este tipo de cotejos, la ubicación longitudinal del micro-rayado dentro de la estría puede variar milimétricamente sin que afecte la determinación del perito en dar uniprocedencias, lo que se hace indispensable es no pasar por alto el estricto cumplimiento del criterio CMS para 2 y 3 dimensiones.

Para la presente investigación no es aconsejable la utilización del método expuesto por la Asociación de Examinadores de Armas de Fuego y Marcas de Herramientas (AFTE), donde se plantea que supere el suficiente acuerdo, siendo así un método exclusivamente subjetivo del examinador; alejándose así de la utilización de un método estadístico sin el cual no se hubiera podido obtener y graficar los resultados.

Por lo anterior, se recomienda no utilizar munición para armas de tipo automática o semiautomática en armas de fuego de repetición como el revólver, así pertenezcan a la misma familiaridad de calibres, con el fin de evitar lesiones al operario y daños al arma, debido a que todos los elementos constitutivos de la munición (vainilla, fulminante, pólvora y proyectil) son totalmente diferentes, aun conociendo que en la investigación no se presentó anomalía al respecto, pero existe la probabilidad que al encontrarse la recámara separada del cañón se escapen los gases impulsores provocando diferentes tipos de fallas.

Además, es útil para futuras investigaciones continuar con el análisis de los macizos presentes en los proyectiles, con el fin de observar si

conservan las mismas frecuencias de uniprocedencias arrojadas por el software SPSS, aun con el conocimiento que en estas el cañón del arma ejerce menor fricción sobre la superficie del proyectil.

Se considera pertinente que el perito en balística, al momento de realizar un cotejo microscópico de proyectiles de diferentes materiales (plomo y encamisado), tenga en cuenta las características descritas en la presente investigación.

Teniendo en cuenta las características de desplazamiento y deslizamiento presentes en los proyectiles calibre 7.65 mm, el experto en balística, al momento de iniciar sus observaciones en el microscopio de comparación y distinguir los mencionados caracteres, puede orientar al investigador líder del caso que dichos proyectiles recuperados como Elementos Materiales Probatorios o Evidencia Física (EMP o EF) no fueron disparados por un arma automática o semiautomática sino por un revólver.

## Referencias

Accorinti, J.P. & Otero, B. (2014). La justicia en manos de la ciencia. Sistema nacional automatizado de identificación balística. 5(2), 37-42. Recuperado de Dialnet

The Association of Firearm and tool mark examiners. (2013). Cartridge Case & Projectile Examination. Recuperado de <http://www.afte.org/AssociationInfo/comm%20&%20info/cc%20&%20proj.htm>

Agudelo D., Ceballos E. & Labrado, C. (1997). Características comparativas e identificativas de proyectiles disparados con arma de cañón poligonal. (Tesis no publicada). Policía Nacional de Colombia. Bogotá D.C.

Angulo, R. D. (2010). Medicina Forense y Criminalística. Bogotá D.C.: Doctrina y Ley Ltda.

Aragón, S. (1996). La balística sistema de identificación de proyectiles. Bogotá.: (Tesis no publicada). Policía Nacional de Colombia, Bogotá D.C.

Arana, J. L. & González, J. J. (2002). Mecánica de la fractura I ed., Vol. Bilbao, España: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.

Cano, C. O. (2013). Cotejos de proyectiles disparados con armas de fuego alteradas por medio de limado en el interior del cañón. Revista Facultad de Ciencias Forenses y de la Salud, ISSN 2011-3331. 9, 87 – 95. Recuperado de <http://ojs.tdea.edu.co/index.php/forenses/article/view/165/149>

Chinchilla, H. J. (2008). La Utilización De Las Huellas Balísticas Para Identificar Armas De Fuego Que Participan En Hechos Delictivos. (Tesis no publicadas). Universidad de San Carlos. Guatemala. Recuperada de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/04/04\\_7271.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/04/04_7271.pdf)

Di Maio, V. (2007). Heridas por arma de fuego. Buenos Aires: Ediciones La Rocca.

Firearm Examiner Training (2015). Physical characteristics. Recuperado de: [http://projects.nfstc.org/firearms/module11/fir\\_m11\\_t04\\_01.htm](http://projects.nfstc.org/firearms/module11/fir_m11_t04_01.htm)

Fiscalía General de la Nación. (2005). Balística Forense, Bogotá D.C.: Imprenta Nacional de Colombia.

Gallego, A. M. (1996). Casos Atípicos de la Balística. (Tesis no publicada). Policía Nacional de Colombia, Bogotá D.C.

Gamarra, G. A., (2014). Nociones de Identificación en Microscopía Balística. La justicia en manos de la ciencia. 4, 43-49. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4761252>

Grzybowski, R., Miller, J., Morand, B., Murdock, J., Nichols, R., & Thompson, R. (2015). Firearm/Toolmark Identification: Passing the Reliability Test Under Federal and State Evidentiary Standards. Recuperado de [http://www.afte.org/SWGGUN/resources/admissibility/Firearm%20and%20Toolmark%20Identification%20Reliability%20Article\\_14.pdf](http://www.afte.org/SWGGUN/resources/admissibility/Firearm%20and%20Toolmark%20Identification%20Reliability%20Article_14.pdf)

Hamby, J. E. (2009). The Identification of Bullets Fired from 10 Consecutively Rifled 9 mm Ruger Pistol Barrels: A Research Project Involving 507 Participants from 20 Countries. *AFTE Journal*. 41(2), 99-110. Recuperado de <http://cdn2.hubspot.net/hub/71705/file-15668427-pdf/docs/aftspringvol41no2pages99-110.pdf>

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*, México: The McGraw-Hill Companies

Howitt, D., Tulleners, F., Cebra, K., & Chen, S. (2008). A calculation of the theoretical significance of matched bullets. *J Forensic Sci*, 53(4), 868-875. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18547357>

International Business Machines Corp. (2015). *Software SPSS. Soluciones y software de analítica predictiva*. Recuperado de <http://www-01.ibm.com/software/co/analytics/spss/>

IBM Knowledge Center (2012). Prueba de Kolmogorov – Smirnov para una muestra. Pruebas no paramétricas. Recuperado de [http://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/SSLVMB\\_21.0.0/com.ibm.spss.statistics.help/idh\\_ntk1.htm?lang=es](http://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/SSLVMB_21.0.0/com.ibm.spss.statistics.help/idh_ntk1.htm?lang=es)

Industria Militar Colombia. INDUMIL (2015). Munición para pistola en calibre 7.65 mm. Recuperado de <https://www.indumil.gov.co/producto/defensa-personal/528-cal-7.65>

Industria Militar Colombia. INDUMIL (2015). Munición para revólver en calibres .32” L. Recuperado de <https://www.indumil.gov.co/producto/defensa-personal/527-cal-32-largo>

Jiménez J. (2011). Balística forense: inicios. Cuadernos de criminología: revista de criminología y ciencias forenses, 12, 6 – 11.

Leica Microsystems. (2015). Motorized Forensic Comparison Microscope Leica FSC. Recuperado de <http://www.leica-microsystems.com/products/light-microscopes/details/product/leica-fs-c/>

Manzano, J. R., Guerrero, M. G. & Arcaute, F. (2001). Balística: Balística de efectos o balística de las heridas. *Cirujano General*. 23 (4), 266-272. Recuperado de <http://www.medigraphic.com/pdfs/cirgen/cg-2001/cg014i.pdf>

Mauricio, J. J. (2013). La balística como elemento esencial para la identificación y análisis del tipo de armas de fuego utilizadas en las escenas del crimen. (Tesis no publicada) Recuperada de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/07/03/Mauricio-Jenny.pdf>

Maza, M. (2000). *Manual de Criminalística*. Bogotá: ABC

Méndez, J., Rivera, J. H & Soto, J. A. (2010). Extracción de características de textura para cotejo de proyectiles en balística. *Scientia et Technica*, 1(44), 229-233. Recuperado de <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/1835/1145>

Méndez, J., Rivera, J. H & Soto, J. A. (2012). Reconocimiento de texturas en imágenes de proyectiles: un aporte a la identificación automática de armas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 22(1), 123-137. Recuperado de <http://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/253/63>

National Institute of Standards and Technology. (2015). National Institute of Standards and Technology. Recuperado de <http://www.nist.gov/oles/upload/MSSFFA-Submitted-Abstracts-FINAL.pdf>

Nichols, R. (2015). The Scientific Foundations of Firearms and Tool Mark Identification – A Response to Recent Challenges. Recuperado de <http://www.firearmsid.com/feature%20articles/nichols060915/AS%20Response%20110805.pdf>

Petraco, N., Chan, H., De Forest, P., Diaczuk, P., Gambino, C., Hamby, J., Kammerman, F, Kamrath, B., Kubic, T., Kuo, L., McLaughlin, P., Petillo, G., Petraco, C, Phelps, E., Pizzola, P., Purcell, D. & Shenkin, P. (2012). Aplicación de Aprendizaje Automático para marcas de herramientas: Métodos estadísticos para Impresión. Las comparaciones del

patrón. Recuperado de <http://www.crime-scene-investigator.net/MachineLearningToolmarks.pdf>

Puerto, H. (2009). La Investigación Criminal en el Sistema Penal Acusatorio. Bogotá D.C.: Leyer.

Ramos, E. (2002). La balística Forense Frente al Derecho Penal. Bogotá D.C.: Rasgo y Color Ltda.

Riaño, O. & Morales, L. J. (2010). Enciclopedia C C I Tomo III. Bogotá D.C.: Sigma editores.

Roa, O. G. & Valencia, J. M. (2001). Identificar las características de subclase en proyectiles disparados por arma de cañón poligonal, mediante pruebas con pistolas Glock M 19 y Jericho M 941F. (Tesis no publicada). Policía Nacional de Colombia, Bogotá D.C.

Rodríguez, A., Mendivelso, G. P. & Salamanca, R. M. (1998). Estudio comparativo de las características identificativas en proyectiles disparados por cañones estriados de fabricación artesanal y original. (Tesis no publicada). Policía Nacional de Colombia, Bogotá D.C.

Rodríguez, J. F. & Gonzales, H. (1998). Proyecto de Investigación Características identificativas de proyectiles calibre .22 pulgadas disparados con adaptadores en fusil G3 calibre 7.62 mm. (Tesis no publicada). Policía Nacional de Colombia, Bogotá D.C.

Ruiz, M. D. (2008). Balística Teoría y Práctica. Bogotá D.C.: Temis.

Schwartz, A. (2005). The Columbia Science and Technology Law Review. Recuperado de <http://stlr.org/download/volumes/volume6/schwartz.pdf>

SWGUN & AFTE (2011). Annotated bibliography firearms tolkmars. Recuperado de <http://www.nist.gov/forensics/upload/Annotated-bibliography-firearms- tolkmars.pdf>.

Sporting Arms and Ammunition Manufacturers Institute, INC. (2015) Technical data shhet unsafe firearm-ammunition combinations. Recuperado de [http://www.saami.org/specifications\\_and\\_information/publications/download/SAAMI\\_ITEM\\_211-Unsafe\\_Arms\\_and\\_Amunition\\_Combinations.pdf](http://www.saami.org/specifications_and_information/publications/download/SAAMI_ITEM_211-Unsafe_Arms_and_Amunition_Combinations.pdf).

Steele, L. (2015). Ballistics. Recuperado de [http://apps.americanbar.org/abastore/products/books/abstracts/5450051chap1\\_abs.pdf](http://apps.americanbar.org/abastore/products/books/abstracts/5450051chap1_abs.pdf)

Thompson, R. M., Miller, J., Ols, M. G., & Budden, J. C. (2002). National Integrated Ballistic Information Network (NIBIN). Recuperado de [http://www.mcrkba.org/03-013\\_attach\\_B.pdf](http://www.mcrkba.org/03-013_attach_B.pdf)

Thompson, R. M. (2010) Firearm identification in the forensic science laboratory. Recuperado de [http://www.ndaa.org/pdf/Firearms\\_identity\\_NDAAsm.pdf](http://www.ndaa.org/pdf/Firearms_identity_NDAAsm.pdf)

Triviño, L. A., Tulcan, J. B., Alfoso, J. R., Hernandez, H. E. & Garcia, D. A. (2009). Características de subclase presentes en 10 cañones fabricados en serie marca Llama en proyectiles calibre .38 Special y proyectiles calibre .38 corto. (Tesis no publicada). Policía Nacional de Colombia, Bogotá D.C.

Uchiyama, T. (2008). Toolmark Reproducibility on Fired Bullets and Expended Cartridge Cases. AFTE journal 1(40), 3-46. Recuperado de <http://www.u4ren6.com/SilentEvidence/Main/Reproducibility.pdf>

Ushiña, M. (2009). Proyecto de almacenamiento de información balística al sistema ibis de armas de fuego de dotación policial, (Tesis no publicada). Recuperado de <http://repositorio.itspn.edu.ec/handle/123456789/116>

Vidrio, C. (2007). Balística Técnica y Forense. Buenos Aires: Ediciones La Rocca.

Zuluaga, J. G. (2000a). Balística Avanzada. Bogotá D.C.:ABC

Zuluaga, J. G. (2000b). Manual de Balística. Bogotá D.C.:ABC





**POLICÍA NACIONAL DE COLOMBIA  
DIRECCIÓN NACIONAL DE ESCUELAS  
ESCUELA DE INVESTIGACIÓN CRIMINAL**

