



POLICÍA NACIONAL
DIRECCIÓN NACIONAL DE ESCUELAS
ESCUELA DE INVESTIGACIÓN CRIMINAL



LA BALÍSTICA FORENSE
RECONSTRUCTIVA COMO APOYO
A LA ADMINISTRACIÓN DE JUSTICIA

**LA BALÍSTICA FORENSE RECONSTRUCTIVA
COMO APOYO A LA ADMINISTRACIÓN
DE JUSTICIA**

Policía Nacional

Dirección Nacional de Escuelas
Escuela de Investigación Criminal

LA BALÍSTICA FORENSE RECONSTRUCTIVA COMO APOYO A LA ADMINISTRACIÓN DE JUSTICIA

Compiladores

Teniente Coronel. Edwin Masleider Urrego Pedraza

Capitán. Jesús Alberto Solano Beltrán

Patrullero. Jhon Fredy Muñoz Jiménez

Patrullero. John Edison Valencia Serna

Patrullero. Alex Fernando Castaño Marín

Este libro fue evaluado por pares académicos externos a la Escuela de Investigación Criminal de la Policía Nacional.

Corrección de Estilo

Jhon Albert López Gómez

Edición, Diseño y Diagramación

Sl. Jorge Ubaldo González Gómez

Sl. John Edison Robledo Parra

PT. Carlos Augusto Andrade Alarcón

ISBN 978-958-56084-7-4

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.

© 2018

www.policia.gov.co



LÍNEA DE MANDO INSTITUCIONAL

Mayor General OSCAR ATEHORTÚA DUQUE
Director General de la Policía Nacional

Mayor General GUSTAVO ALBERTO MORENO MALDONADO
Subdirector General de la Policía Nacional

Mayor General WILLIAM RENÉ SALAMANCA RAMÍREZ
Director de Seguridad Ciudadana de la Policía Nacional

Brigadier General GONZALO RICARDO LONDOÑO PORTELA
Director de Investigación Criminal e INTERPOL

Brigadier General JUAN ALBERTO LIBREROS MORALES
Director Nacional de Escuelas

Teniente Coronel EDWIN MASLEIDER URREGO PEDRAZA
Director Escuela de Investigación Criminal

Capitán JESÚS ALBERTO SOLANO BELTRÁN
Jefe Área de Investigación Escuela de Investigación Criminal

Escuela de Investigación Criminal de la Policía Nacional

Autores

Fabio Ortiz Barragán
Manuel Fernando Delgado Díaz
Juan Carlos Valenzuela Romero
Oneyda Margarita Velásquez Díaz
Fredy Campos Castiblanco
John Jaider Lesmes Santamaria
Dennis Marlon Sandoval Triminio
Ronald E García R.
Franklin Quiroga.
Michael L González T.
Mauricio Ospina Silva
Cesar Yonathan Grijalba Zarate
Jhon Fredy Espitia Peña
Edison Gaitán Barrera
Víctor Alexander Sánchez Torres
José Arley García Esquivel
Alex Ariel Espinal Rubio

Contenido

Capítulo 1

Análisis de las características de subclase en vainillas percutidas por arma de fuego tipo pistola marca Pietro Beretta modelo 92.....8

Capítulo 2

Cuantificación de características de subclase en vainillas percutidas por arma de fuego, tipo pistola, marca Pietro Beretta, modelo 92.....32

Capítulo 3

Características físicas del orificio de entrada de los residuos de disparo generados a diferentes distancias por arma de fuego tipo pistola Sig Sauer SP 2022 calibre 9 X 19mm.....56

Capítulo 4

Características físicas del orificio de entrada y residuos de disparo generados a diferentes distancias con escopeta Mossberg 590 munición federal calibre 12 postas encamisadas.....89

Capítulo 5

Incidencia del ángulo de disparo en la superficie impactada con escopeta Mossberg 590 utilizando munición calibre 12 marca federal encamisada.....124



Prefacio

En materia Penal, cuando los órganos encargados de administrar justicia necesitan aclarar un hecho punible, indiscutiblemente acuden a la información que el funcionario de Policía debe brindar, basado en la aplicación de conocimientos, experticia, métodos y técnicas de investigación científica que le permitan reproducir, aclarar, verificar y comprobar la participación en asuntos criminales.

Dentro de las disciplinas auxiliares de la criminalística, se encuentra precisamente la Balística Forense, cuyo fin primordial es indicar el comportamiento de la munición, sus trazas y todo lo relacionado con las armas de fuego, cuando han sido utilizadas para cometer actos delictivos.

Una de las problemáticas que deben enfrentar las autoridades, frente al tema de la balística forense, está relacionada con los orígenes de las armas y las municiones, pues muchas veces inclusive los mismos fabricantes han entregado información errónea o no tan real, que impide el esclarecimiento de hechos punibles, al no poder demostrar la efectividad o lesividad producida por las armas de fuego y sus componentes.

Haciendo referencia al contexto colombiano, las cifras obtenidas por el Centro de Investigaciones Criminológicas de la Dirección de Investigación Criminal de la Policía Nacional de Colombia, no son nada alentadoras, pues señalan que en los últimos años ocurrieron en el país un sinnúmero de homicidios por arma de fuego, lo que obliga al Estado a prestar mayor atención a esta problemática.

En el presente libro, la Escuela de Investigación Criminal, presenta algunos trabajos de investigación realizados en los programas ofrecidos y elaborados tanto en campo como en laboratorio, integrando información fundamental que sin lugar a dudas servirá como apoyo a la autoridad competente y al perito en balística forense para la comprensión de muchos de los fenómenos que se presentan cuando se usan armas de fuego. La labor de carácter científico desarrollada en ellos, le ayudarán a despejar las dudas que en el diario vivir se presentan a quienes deben impartir autoridad.

Así mismo, permitirá a los peritos en balística desarrollar procedimientos eficientes y eficaces, pero también efectivos, de igual manera tener como referencia investigaciones de carácter científico que sustenten y respalde sus dictámenes, contribuyendo así a la institución, la sociedad y a la administración de justicia.

Ilba del Carmen Guerra Moreno
Asesora de Investigación

Capítulo I

ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE SUBCLASE EN VAINILLAS PERCUTIDAS POR ARMA DE FUEGO TIPO PISTOLA MARCA PIETRO BERETTA MODELO 92

Resumen

La Policía Nacional de Honduras carece de una base teórica, técnica y científica que permita identificar, verificar y analizar las características de subclase en vainillas percutidas. Por su parte, la Policía Nacional de Colombia posee una variedad de estudios técnicos y científicos relacionados con la presente investigación. Por lo que, se planteó como objetivo analizar la frecuencia de aparición de las características de subclase en vainillas de calibre 9X19 mm, percutidas por arma de fuego, tipo pistola, marca Pietro Beretta, 92. Se empleó un estudio de tipo exploratorio, puesto que consistió en la obtención de información básica relacionada con el problema de investigación, logrando encontrar que existe un 42,6 % de frecuencia de aparición de las características de subclase. Estableciendo que estas particularidades no son identificativas a la hora del peritaje. La anterior información evita posibles falsos positivos o negativos a la hora de dar un peritaje y brindar al perito en balística herramientas para establecer con claridad la similitud en las vainillas percutidas por esta arma de fuego.

Palabras clave: arma de fuego, vainilla percutida, subclase, dentidad & características.

Abstract

The National Police of Honduras lacks a theoretical, technical and scientific basis to identify, verify and analyze the characteristics of subclass in percussive cases. Meanwhile, the National Police of Colombia has a variety of technical and scientific research related to this study. So, it was suggested to analyze the frequency of occurrence of the characteristics of subclass vanilla caliber 9X19 mm, percussive firearm, pistol, brand Pietro Beretta, 92. An exploratory study was used, since it consisted in obtaining basic information related to the research problem. It may find that there is a 42.6% frequency of occurrence of features subclass. Establishing that these features are not identifying the time of the survey. This information avoids possible false positives or negatives when giving an expert opinion and provide the tools ballistics expert to clearly establish the similarity in the vanilla percussive by this gun.

Key words: firearm, percussive cases, subclass, marks & characteristics.

Introducción

Es preciso hacer mención que en la Policía Nacional de Colombia y Honduras no se cuenta con investigaciones referentes a características de subclase en vainillas percutidas por arma de fuego, tipo pistola, marca Pietro Beretta, modelo 92.

Con base en lo anterior, se hace imprescindible realizar la presente investigación con la intención de contribuir de manera eficaz al judicial, evitando así, posibles falsos positivos o negativos en la identificación microscópica a la hora de dar un peritaje y brindar al perito en balística herramientas para establecer con claridad la identificación de características en las vainillas percutidas por esta arma de fuego.

Esta investigación dará inicio a una nueva etapa trascendental para la Policía Nacional de Honduras, donde se implementarán laboratorios de criminalística en las diferentes áreas de trabajo, en este caso específico, Balística, brindando apoyo técnico científico que permitan tanto al investigador como al poder judicial para el esclarecimiento de delitos donde se vean involucradas armas de fuego, los cuales, a su vez, coadyuvarán en la resolución de casos que puedan hacer parte de la labor policial, teniendo en cuenta que, según Congreso Nacional de Honduras (2000) los peritos deben tener título oficial, en la ciencia o arte que se refiere el punto sobre el cual deban dictaminar.

Por esta razón, es significativo generar estudios de comparación balística, ya que, en casos en donde se ven inmersas varias armas de fuego de la misma clase y modelo en investigaciones de tipo penal o administrativo, pueden generar algunas dificultades al examinador o perito al tratar de precisar las características de identidad de cada una de las armas, teniendo en cuenta que éstas tendrán particularidades muy similares debido a su fabricación en serie y secuencialidad. Según (Baldwin *et al.*, s.f, p. 1) establecen que determinados procesos de fabricación producen marcas en el producto de trabajo (vainillas o proyectiles), que son sustancialmente diferentes de una herramienta a otra.

En este sentido, la implementación de este corpus investigativo en los diferentes laboratorios de las entidades empeñadas en la administración de justicia, será de gran beneficio, teniendo en cuenta que, al momento de recibir casos en el laboratorio de balística donde se encuentren involucradas vainillas percutidas por arma de fuego tipo pistola, marca Pietro Beretta, podrá tener mayor competencia técnica en sus análisis comparativos, puesto que, se podrá partir de una base técnica, siendo estas las características de subclase. En palabras de Ruiz Moreno (2016) son transferidas accidentalmente en el momento de la manufactura de las armas de fuego, debido al

desgaste que sufren las herramientas industriales utilizadas para este proceso, y sean encontradas una vez haya sido comprendido e interpretado este estudio.

De la misma manera, el presente será una incitación para que, en el futuro se puedan dar mayores hallazgos y obtener pruebas contundentes en análisis de comparación microscópica de vainillas. En la identificación de armas de fuego, se usan las marcas impresas en los proyectiles y las vainillas cuando el arma ha sido disparada (Mendez, 2012). Es decir, la trascendencia de los estudios que se han realizado son una gran ayuda para los diferentes entes de seguridad y judiciales, particularmente Colombia y Honduras, siendo que, se parte de una base que son las armas de fuego Pietro Beretta; las mismas se pueden encontrar tanto en el uso oficial de fuerzas armadas y de Policía de Colombia, como en la Policía Nacional de Honduras; personas naturales, jurídicas al igual que las bandas delincuenciales organizadas y delincuencia común.

La exigencia que demanda actuar en contra de dichas organizaciones delincuenciales ha de ser precisa y eficaz para lograr el esclarecimiento de hechos, en los cuales se vean involucradas las vainillas percutidas por este tipo de arma de fuego. Lo anterior, a fin de evitar carencia de información científica para dar un dictamen que sea de utilidad en pro de la justicia.

Por ende, en lo referente al alcance de la investigación se pretende generar un estudio que sirva como apoyo a los examinadores en balística al momento de emitir el respectivo peritaje.

Tomando como referencia que la ciencia de la identificación de las armas de fuego y marcas de herramientas ha evolucionado en los últimos 165 años, siendo ineludible para muchos científicos forenses propios de este campo, puesto que, las investigaciones balísticas surgieron de la necesidad de análisis y registro para determinar la procedencia de personajes sospechosos en casos que incurrieran en actos delictivos; iniciándose así, un nuevo método de investigación (James, 1999).

Es menester también anotar que no existe un pragmatismo investigativo en cuanto a características de subclase en vainillas percutidas por arma de fuego tipo pistola, marca Pietro Beretta modelo 92, ya que, es poca la literatura que sustenta metodologías y fuentes teóricas que condensen estados del arte propios de este campo.

No obstante, la búsqueda rigurosa de material bibliográfico para la argumentación y validez de esta aproximación investigativa, ha arrojado resultados que connotan la inopia de estudios en el conocimiento balístico acerca de las características fundamentales de este tipo de arma de fuego. A pesar de esto, existe la salvedad que, se logró hallar algunos trabajos de grado referentes a identificación de características de subclase, a saber: *“Características de subclase presentes en 10*

cañones fabricados en serie marca Llama en proyectiles calibre .38 special y proyectiles .38 corto” desarrollado por Triviño y colaboradores (2009), *“Determinar las características de subclase en vainillas calibre .38 special, percutidas por diez revólveres marca Llama modelo Martial calibre .38”* desarrollado por López y colaboradores (2011), *“Identificar las características de subclase en proyectiles disparados por arma de cañón poligonal mediante pruebas con pistolas Glock M19 y Jericho M941F”* desarrollado por Roa y colaboradores (2011), *“Características de subclase en vainillas percutidas con armas Glock 9 milímetros aplicando el método CMS”*, elaborado por Carbajal y colaboradores (2011) *“Características de subclase en vainillas percutidas por pistolas Sig Sauer, calibre 9x19 mm, modelo SP 2022, de fabricación alemana”*, desarrollado por Guiza y colaboradores (2012), *Características de subclase en proyectiles 9 milímetros disparados por pistola Sig Sauer modelo sp-2022*”, elaborado por Ramírez y colaboradores, así como *“Características de subclase producidas por la uña extractora en la base de las vainillas percutidas por el fusil Colt M16 modelo A-4 calibre 5,56X45”* desarrollado por Montiel y colaboradores (2012).

Al hacer mención de características de subclase, se debe tener en cuenta que, estas son apreciables mediante la comparación microscópica, la cual es de significativa importancia en la actividad a realizar en el presente proyecto, pues según Cibrían (2007), quien parte del principio de que la acción dinámica de los agentes vulnerables sobre determinados cuerpos dejan impresas sus características, es decir, la superficie impactada adquiere impresiones por golpe de las herramientas, es por esto que, al realizar una búsqueda de características con detalle sobre las vainillas percutidas, se deben tener presente el funcionamiento y ubicación de cada una de las partes que conforman el arma de fuego y que a su vez son las que imprimen las marcas de herramientas (p. 329).

El fenómeno del disparo hace referencia a la acción a la cual es sometida la vainilla y sus componentes como el fulminante, en donde al ser golpeado por la aguja percutora del arma de fuego activa la carga iniciadora que contiene. Es por esto que, en términos de Ruiz (2016), este material debe ser maleable y de gran resistencia, y llega a soportar temperaturas extremas para ser trabajado en frío y recocido; sus rasgos de composición permiten que, al momento de realizarse la percusión de determinada vainilla, se impriman las características a examinar (p. 25).

Los dos métodos utilizados a nivel internacional en el campo de balística para la identificación de marcas de herramientas se describen a continuación:

La teoría de Identificación AFTE (Asociación de Examinadores de Armas de Fuego y Marcas de Herramienta) establece que en determinado examen comparativo de dos conjuntos en concreto, comienza por verificar que sean los mismos elementos de clase, para finalmente dar una identificación donde se tiene en cuenta la relatividad entre altura o profundidad, anchura,

curvatura y relación espacial de los diferentes picos, crestas y surcos en la superficie de los diferentes micro rayados, así mismo demuestran que se haya producido por una misma herramienta de trabajo y describe el enfoque tradicional que han tenido los examinadores de armas de fuego a la hora de identificar e individualizar marcas de herramienta (Guiza, *et al.*, 2012, p. 7-8).

El Método de identificación CMS. (Características Secuenciales de Microrayado) se define como estrías que al alinearse exactamente unas con otras no presentan interrupción o desigualdad entre ellas. Las estrías tienen una misma relación espacial en su anchura y en su morfología; con este método de identificación se puede establecer la identidad de características de dos maneras, en tres dimensiones cuando existan dos grupos diferentes de al menos tres secuencias lineales cada uno en forma consecutiva y que aparezcan en la misma posición relativa o un grupo de seis secuencias lineales que se ubiquen en forma consecutiva estando de acuerdo con su marca de herramienta, en dos dimensiones cuando dos grupos de al menos cinco secuencias lineales consecutivas aparecen en la misma posición relativa, o un grupo de ocho secuencias lineales que se observen en forma consecutiva (Guiza, *et al.*, 2012, p. 6-7).

Lo anterior tuvo un punto de partida desde el año 1955 en la tesis de maestría de Biasotti, la cual fue publicada en 1997, generando como resultado en 1998 un año completo de estudios dedicados al CMS, con la ayuda de otros autores como John Murdock, quien coincidía con las afirmaciones de Biasotti (Moran & Murdock, 2006).

Para comprender un poco más lo expuesto anteriormente, se hace necesario definir qué es un arma de fuego, entendiéndose ésta como un conjunto entre cañón y la acción de la cual un proyectil (es) es propulsado por los productos de combustión (AFTE, Glossary, 2016). Un arma de fuego ante cualquier persona es un elemento para causar daño, sin embargo, McNab (s.f.), en su libro titulado *“1001 Armas de fuego”*, conceptúa un arma de fuego, como un instrumento letal con cañón que usa la presión de gases generados por combustión para impulsar un proyectil o un grupo de proyectiles, donde coincide con lo afirmado por el Decreto 2535 de 1993 con jurisdicción colombiana *“son armas de fuego las que emplean como agente impulsor del proyectil la fuerza creada por expansión de los gases producidos por la combustión de una sustancia química”* (p. 2). Quedando claro el concepto para su aplicación en los casos policiales.

Para el caso particular de estudio, el arma de fuego tipo pistola Pietro Berreta modelo 92, siendo dotación de la Policía Nacional de Honduras y algunas unidades de la Policía Nacional de Colombia, por sus cualidades de precisión, seguridad, practicidad y resistencia. Según McNab (s.f.), esta arma de fuego es semiautomática accionada por retroceso con un cargador con

capacidad para 15 balas y munición parabellum de 9 mm, tiene 217 mm de longitud, el cañón mide 125 mm, con seis estrías dextrógiras y el alcance de precisión es de unos 20m. (p. 13).

Arma de fuego, tipo pistola, marca Pietro Beretta, Modelo 92.



Fuente: grupo investigador, 2016

Corredera del arma de fuego, marca Pietro Beretta, modelo 92, mediante la cual se puede apreciar el espaldon, aguja percutora, y uña extractora.



Fuente: grupo investigador, 2016

Armazón del arma de fuego tipo Pistola, marca Pietro Beretta, Modelo 92, mediante la cual se puede observar el eyector o botador.



Fuente: grupo investigador, 2016

Es importante mencionar que, ningún arma de fuego deja características microscópicas identificativas iguales (Fondo de percusión, uña extractora, eyector y el indicador de carga), ya que, toda casa fabricante determina su diseño y la ubicación de las partes o herramientas que producen características individuales propias de cada arma (Carbajal, Ruiz & González, 2011).

Por lo anterior, se hace necesario identificar la pieza que produce marcas por arrastre como: la *uña extractora*, que, en armas de repetición, semiautomáticas y automáticas, se encarga de sujetar la vainilla servida de la recámara y removerla de ese lugar para dar cabida a un nuevo cartucho, la uña sujeta la vainilla por la garganta para poder extraerla dejando marcas características en los puntos de contacto (SlideShare, 2016).

Así mismo, las herramientas que producen marcas por golpe como: La *percusión* es la acción que genera la aguja percutora, al ejecutarse el disparo al momento de ser golpeada por el martillo, que a su vez activa el fulminante. El *eyector o botador*, es una pieza solidaria a la armadura del arma de fuego donde la vainilla va a ser eyectada, en el arrastre producido por el accionar de la uña extractora, golpeando y modificando su desplazamiento, siendo lanzada al exterior del arma a través de la ventana de expulsión (SlideShare, 2016).

Así que, la base de la vainilla golpea contra el botador, éste imprime en la superficie impactada marcas características de identidad de alto valor, el *espaldón*, el cual se encuentra constituido por la cara o “faz” del “bloque de cierre” o corredera que mantiene asegurado el cartucho dentro de la recámara, cerrando la misma herméticamente, apoyándose en la parte posterior o “culote” de la vainilla, donde quedan grabadas las marcas de herramienta debido al efecto acción, reacción (SlideShare, 2016). Se da un retroceso de masas y hace que se produzca el golpe de contra recamara realizando la transferencia de características a la base de la vainilla y una vez la uña extractora sujeta la vainilla, la lleva hacia atrás, golpea la base, produciendo la impresión. La *pestaña indicadora de carga*, al momento de realizar la sincronización de los mecanismos para

producir el disparo, el resorte sube el cartucho a la recámara dejando marcas en la base de la vainilla. F.O. Barragán (comunicado personal, 18 de febrero, 2016).

Según afirma Ruiz M, (2016) *características de clase* son aquellas comunes a todas las armas de la misma marca, clase, tipo y modelo, asignadas por el fabricante. Son características medibles de un espécimen que indican una fuente o grupo restringido, siendo el resultado de factores de diseño y por lo tanto se determinan antes de la fabricación (AFTE, Glossary, 2016).

Las *características de subclase* hacen referencia a las huellas microscópicas similares, transferidas por las armas (de algunos lotes) a las vainillas y proyectiles, que podrían llegar a confundirse con las huellas de identidad al no tener cuidado (Ruiz, 2016), estas son, características de la superficie discernibles de un objeto que sean más restrictivas que las características de clase, ya que son: (1) producidas accidentalmente en la fabricación, (2) son importantes ya que se refieren a una fuente grupo más pequeño (un subconjunto de la clase a la que pertenecen), (3) puede surgir de una fuente que no es constante (AFTE, Glossary, 2016).

Las *características de identidad* son marcas producidas por las imperfecciones aleatorias o irregularidades de la herramienta. Estas imperfecciones se producen accidentalmente en la fabricación o son causados por el uso, la corrosión, o daños. Ellos son únicos para esa herramienta y la distinguen de todas las demás herramientas (AFTE, Glossary, 2016).

Para efectos de este trabajo se plantea como pregunta de investigación ¿Cuál es la frecuencia de aparición de las características de subclase, en la muestra seleccionada de 100 vainillas percutidas por el arma de fuego, tipo pistola, marca Pietro Beretta, modelo 92? Con base en lo anterior, se propone como objetivo general analizar la frecuencia de aparición de las características de subclase en vainillas percutidas por arma de fuego, tipo pistola, marca Pietro Beretta, modelo 92.

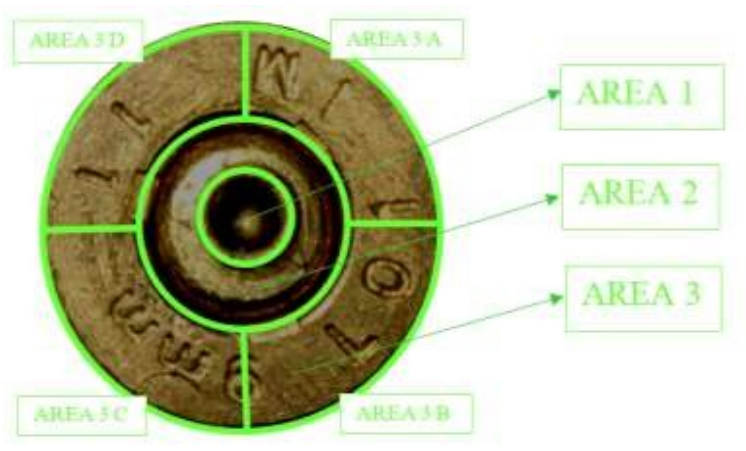
Método

Este trabajo es de tipo exploratorio, puesto que consistió en la obtención de información básica relacionada con el problema de investigación, generando una aproximación a la población objetivo, así como al establecimiento de las condiciones iniciales para futuras investigaciones, para el caso particular se establecieron las frecuencias de aparición de las características de subclase en vainillas percutidas por el arma de fuego, tipo pistola, marca Pietro Beretta, modelo 92 (Sellitz, Lawrence & Cook, 1980, Hernández, Fernández y Baptista, 2008).

Variables de estudio

Las variables de estudio que fueron tomadas en cuenta para análisis fueron: fondo de percusión (área 1), periferia de fulminante (área 2) y espaldón (área 3) el cual se divide en cuatro partes 3A, 3B, 3C y 3D (Ver figura 1).

Figura 1. Áreas en la base de la vainilla



Fuente: grupo investigador, 2016.

Participantes

Se realizó el análisis a las vainillas marca (IM) Industria Militar Colombiana, correspondiente al calibre del arma de fuego tipo pistola, marca Pietro Berreta modelo 92. El muestreo aplicado es de tipo no probabilístico sobre los lotes de producción de vainillas, dado que la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las condiciones que permiten hacer el muestreo (Sharager y Armijo, 2001). Este tipo de muestreo permitió unificar los resultados del estudio; las vainillas presentan una mínima de homogeneidad en su fabricación y estructura. La muestra se conformó por 100 vainillas, en las que se observaron las características de subclase.

Instrumentos

Se creó una tabla de Excel en la que se establecieron criterios como: cantidad de muestras a analizar, presencia de características de subclase, en ésta se consolidaron los resultados obtenidos en el laboratorio, como la probabilidad de obtener presencia de características de subclase en varias armas de fuego. De igual forma se realizó un análisis de promedios, donde se observó la media, la varianza de la muestra y la desviación estándar.

Procedimiento

Para el desarrollo del trabajo de investigación se realizó en dos fases:

Fase de campo: se llevó a cabo la identificación de diez armas de fuego tipo pistola, marca Pietro Beretta, modelo 92 conforme a las características de clase, las cuales fueron sometidas a limpieza con el fin de garantizar que las muestras obtenidas fueran lo más homogéneas posibles asegurando la buena transferencia de microrrayado. Así mismo se obtuvieron 100 cartuchos calibre 9X19 mm, donados por la Escuela de Investigación Criminal, Policía Nacional de Colombia, y se efectuaron diez disparos por cada arma en polígono, se recolectaron, embalaron e identificaron de acuerdo a la codificación para su análisis. El marcado identificativo se realizó utilizando una herramienta de grabado de punta rotativa llamada motortool (Ver tabla 1) representado por:

Tabla 1.

Marcado de las vainillas

Marcado vainilla	Nombre de elementos marcados
A	Arma
1	Numero de arma
V	Vainilla
2	Numero de vainilla

Fuente: grupo investigador, 2016.

Fase de laboratorio: finalmente, se desarrollaron los análisis de resultados mediante comparación balística a nivel microscópico utilizando los microscopios marca Leica Modelo DMC, FSC de la Dirección de Investigación Criminal e Interpol DIJIN y SIJIN, con el fin de determinar si presentan características similares o discernibles, que puedan llegar a generar falsos positivos en la identificación microscópica de las vainillas percutidas, generando dificultad a los técnicos profesionales en balística al momento de realizar los cotejos en este tipo de arma.

Posteriormente el análisis de las características de subclase encontradas en las muestras evaluadas fue tabulado en Excel para facilitar la organización de los resultados con la ayuda de tablas dinámicas lo que permitió establecer el análisis de frecuencia de aparición.

Resultados

El desarrollo de los resultados se presenta en función de los objetivos planteados:

Variables de las características de Subclase en vainillas de calibre 9X19 mm, percutidas por arma de fuego, tipo pistola, marca Pietro Beretta, modelo 92.

Se determinaron las variables de comparación de las características de subclase en vainillas de calibre 9X19 mm, percutidas por arma de fuego, tipo pistola, marca Pietro Beretta, modelo 92 y se establecieron a través de un análisis de frecuencias (porcentual) la expresión de las características evaluadas en la investigación.

Una vez realizados los diferentes cotejos microscópicos a cada una de las 100 vainillas y establecidas las relaciones con las que se identificaron características de subclase dentro de las áreas seleccionadas se pudo establecer que en el área 2, se encontraron líneas muy similares entre ellas y dos marcas producidas por el espaldón; en el área 3 al borde interno del culote de la vainilla producida por el espaldón. A las características mencionadas se les da el nombre 1, 2 y 3 respectivamente (ver figuras 2, 3, 4).

Dentro de esta investigación y luego de analizar las diferentes muestras tomadas de diez armas de fuego tipo pistola, marca Pietro Beretta, modelo 92, se encontró una característica (Ver figura 2) que según Ramírez y colaboradores (2012), definen como estrías que al alinearse unas con otras exactamente no presentan interrupciones, estas en su organización generan una morfología por su largo y ancho que son similares. En otras particularidades (Ver figura 3 y 4) se encontraron semejanzas de rasgos de relieve en la periferia del fulminante y espaldón. De igual manera las características anteriormente mencionadas se ubican espacialmente en sentido de las manecillas del reloj, tomando como referencia el eyector a las 12 horas.

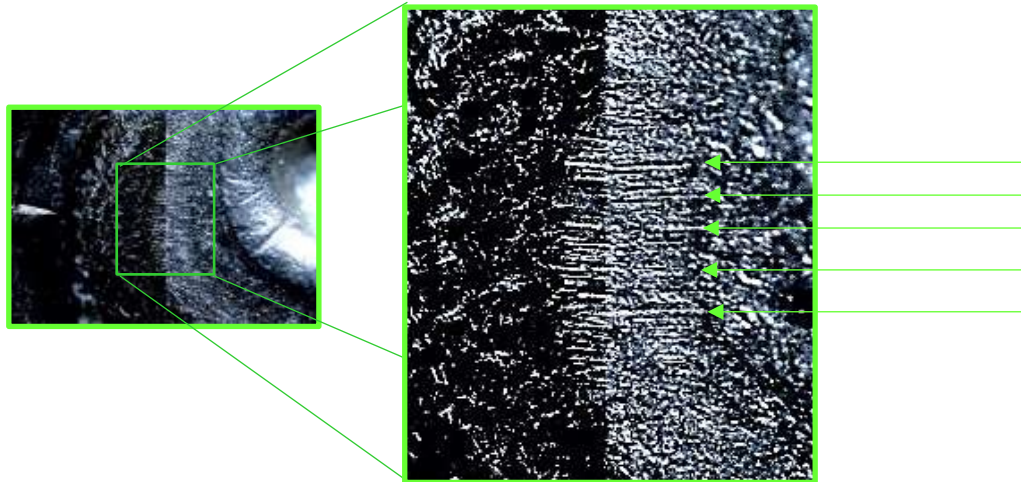
Descripción de las características de subclase encontradas.

La característica de subclase identificada como número uno, encontrada en la periferia de fulminante presenta características muy similares que al ser aplicado el método CMS permite establecer que hay cierta coincidencia, pero no supera los umbrales de aceptación para identificar de acuerdo a este método, por tanto, no son uniprocedentes. Es de notar, que esta característica

se repitió en diferentes armas, las cuales pueden generar confusión a los técnicos ya que es de subclase (ver figura 2).

Figura 2 Característica de subclase

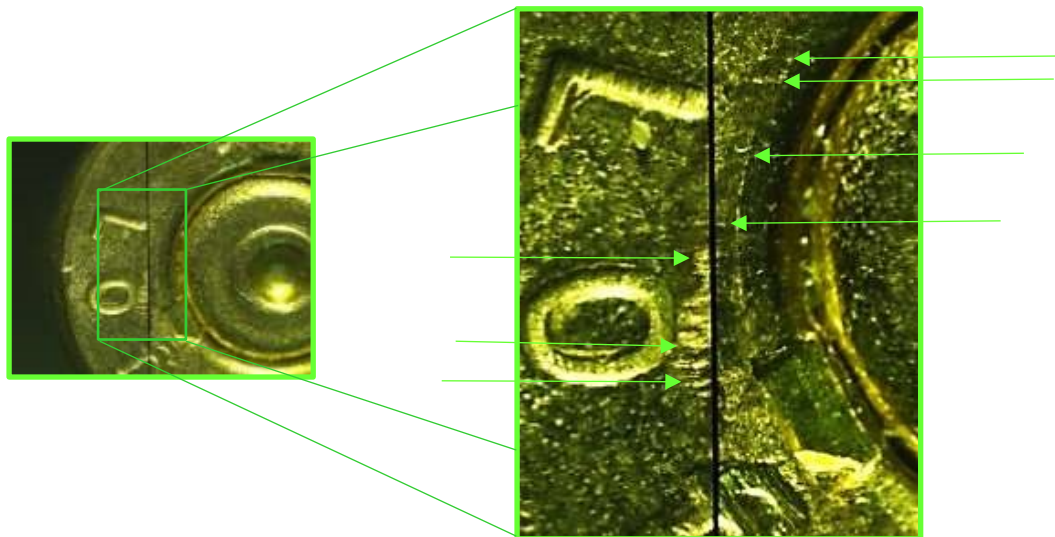
Número 1



Fuente: grupo investigador, 2016.

La característica de subclase identificada como número dos, corresponde a una similitud de protuberancia encontrada en el espaldón (área 3), mediante el método AFTE, el cual consiste en la identificación, donde se tiene en cuenta la relatividad entre altura o profundidad, anchura, curvatura y relación espacial. (Ver figura 3).

Figura 3. Característica de subclase número 2



Fuente: grupo investigador agosto 2016

La característica de subclase nombrada como número tres, encontrada en el fulminante (área 2), corresponde a protuberancias en forma de arcos, que se presentan al borde de la periferia donde se aloja el fulminante (ver figura 4).

Figura 4. Característica de subclase número 3



Fuente: grupo investigador Agosto 2016

Análisis de frecuencias de aparición de las características evaluadas en la investigación.

Inicialmente los datos fueron tabulados a través de una tabla de Excel en donde se registró los cotejos microscópicos, lo obtenido a partir de las diez armas de fuego, representado en porcentajes de frecuencias de aparición de las características como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2.

Porcentaje de aparición de características de subclase en las vainillas percutidas por las armas de fuego tipo pistola, marca Pietro Berreta, modelo 92.

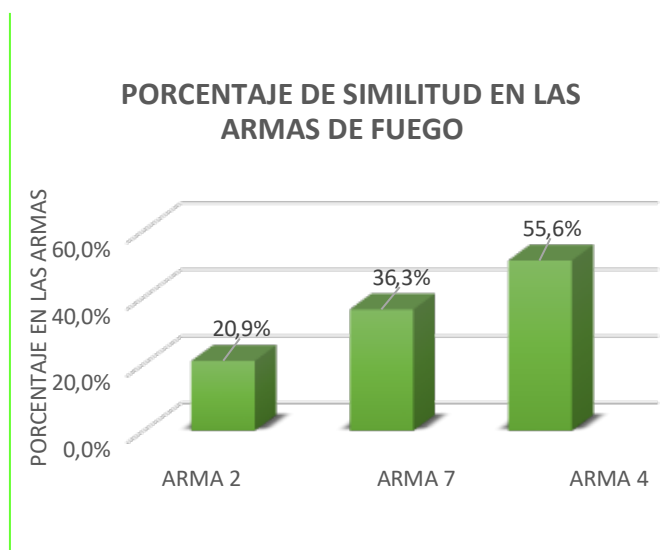
PORCENTAJE DE APARICIÓN											PROBABILIDAD				
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10					
A1		12%	90%	60%	20%	20%	20%	50%	10%	20%	30%	60%	20%	30%	33,6%
A2	12%		12%	9%	9%	6%									20,9%
A3	90%	30%		30%		50%	30%	15%	20%	60%	30%				39,4%
A4	60%	60%	30%			50%	40%	60%	70%	60%	70%				55,6%
A5	20%	20%	50%	50%			60%	30%	70%	53%	70%				47,0%
A6	20%	30%	30%	40%	60%			60%	70%	70%	30%				45,6%
A7	20%	12%	15%	60%	30%	60%		30%	30%	70%	70%				36,3%
A8	50%	9%	20%	70%	70%	70%	30%		70%	70%					51,0%
A9	10%	9%	60%	60%	53%	70%	30%	70%		70%					48,0%
A10	20%	6%	30%	70%	70%	30%	70%	70%	70%						
PROBABILIDAD	33,6%	20,9%	39,4%	55,6%	47,0%	45,6%	36,3%	51,0%	48,0%	48,4%					42,6%

Fuente: grupo investigador, 2016

Teniendo el resultado del análisis de los cotejos microscópicos comparativos realizados entre las vainillas percutidas por las diez (10) armas de fuego, se pudo determinar que hay presencia de características de subclase en un 42,6% entre las armas de fuego, lo cual significa que la frecuencia de aparición que se obtuvo es de amplio rango.

Al realizar la comparación entre las vainillas percutidas por las diez armas de fuego tomadas para estudio, se determinó que se encontró el 42,6% de características de subclase. En la comparación microscópica de las vainillas percutidas por el arma número (04) con las vainillas percutidas de las armas restantes analizadas, hay gran similitud entre ellas, entendiéndose, que se encontró el 55,6 % de similitudes siendo el de mayor porcentaje y en comparación de las vainillas percutidas por el arma número (02), al cotejarla con las vainillas percutidas de las nueve (09) armas de fuego restantes hay similitud entre ellas, sin embargo, en menor porcentaje 20,9%.

Figura 3. Porcentaje de características de subclase en mayores y menores porcentajes.



Fuente: grupo investigador, 2016

Con relación a los resultados obtenidos se puede observar que al realizar comparación de las vainillas percutidas por el arma (04) con las vainillas percutidas de las armas (08) y (10), éstas son las que mayor característica de subclase.

Tabla 3

Análisis estadístico de las características de subclase encontradas en las vainillas percutidas de las armas de fuego tipo pistola, marca Pietro Berreta, modelo 92.

ANALISIS DE PROMEDIOS VARIABILIDAD	VALORES
Media	0,42577778
Desviación estándar	0,10177411
Varianza de la muestra	0,01035797
Rango	0,34666667
Mínimo	0,20888889
Máximo	0,55555556
Suma	4,25777778
Cuenta	10
Nivel de confianza 95,0%)	0,07280481

Fuente: grupo investigador, 2016

Al realizar el análisis de los promedios de aparición de las características de subclase entre las vainillas percutidas por las diez armas de fuego, se obtuvo una media de 0,42 de igual forma se observa que la varianza de la muestra corresponde a 1, siendo ésta la distancia de dispersión de datos con respecto a la media, lo cual es mínimo, ya que se encuentra cerca de cero. Lo anterior, quiere decir que no hay una variación significativa entre las características de subclase frente sus frecuencias de aparición. En el cotejo entre las vainillas percutidas por las armas de fuego se determinó que se encuentran características de subclase en mayor porcentaje. Mediante la comparación microscópica realizadas a las vainillas percutidas por el arma número (04) con las vainillas percutidas de las armas restantes analizadas existe mayor similitud entre ellas, entendiéndose, que el 55,6 % presenta características similares, siendo el de mayor porcentaje, y en el símil con las vainillas percutidas con el arma número (02) al cotejarla con las vainillas percutidas de las nueve (09) armas de fuego restantes, hay características similares entre ellas, sin embargo, en menor porcentaje 20,9%, con respecto a los resultados obtenidos, por lo que, se hace necesario decir, que el nivel de confianza es de 95% dando una lectura positiva para los resultados de estudio.

Discusión

La presente investigación se fundamentó en la presencia de características similares (subclase) para las armas de fuego tipo pistola, marca Pietro Beretta, modelo 92, empleando los métodos de identificación balística AFTE y CMS. La aplicación de los métodos descritos dependerá de las características encontradas en las vainillas percutidas, tomando como punto de partida las definiciones establecidas por la Asociación de Examinadores de Armas de Fuego y Marcas de Herramientas (AFTE) así como CMS (Características Secuenciales de Microrayado).

Las características encontradas que presentan forma estriada, producidas por el espaldón del arma de fuego, se debe tomar en consideración los criterios establecidos por el método CMS, esto para evitar errores o confusiones al momento de identificar características de identidad, las cuales según AFTE (2016), son marcas producidas incidentalmente en la fabricación causadas por el uso, la corrosión o daños, éstas son únicas y se distinguen de todas las demás.

Las *características de subclase* se producen de manera accidental por desgaste y uso de la herramienta al momento de su manufactura en determinado lote o grupo de armas de fuego.

Es muy importante tener los conceptos claramente definidos y de esa manera garantizar mayor seguridad al momento de implementar los procedimientos de cotejo macroscópico y microscópico en vainillas, lo que permitirá desarrollar procedimientos con la competencia técnica

idónea, emitiendo dictámenes balísticos en los diferentes laboratorios que apoyan la administración de justicia en los países de Colombia y Honduras.

Mediante el empleo del método de características secuenciales de microrayado (CMS), se concuerda con Guiza y colaboradores (2012, p. 21), quienes argumentan que al manipular los elementos con este método se descarta una identidad, es decir, se identifican características de subclase, por lo que, se concluye en este trabajo específicamente que se encontró un 42.6% de frecuencia de aparición entre las armas de fuego tipo pistola, marca Pietro Berreta, modelo 92.

De igual manera los resultados obtenidos con la realización de esta investigación da la oportunidad para aumentar el perfil y competencia del perito en balística, ya que, se logró determinar que si existen características de subclase cuando se habla de vainillas percutidas por este tipo de arma, en consecuencia, el técnico deberá tener en cuenta que hay tres características ya definidas en este trabajo como (1,2 y 3) y que hay un 42,6% de frecuencia de aparición de estas, sin dejar de lado el valor de la media que en este caso corresponde a 0,42%, la varianza de la muestra que tiene un valor de 1%, reflejando lo anterior, un nivel de confianza del 95.0% al momento de peritar en vainillas percutidas con armas de fuego, tipo pistola, marca Pietro Beretta, por consiguiente, se concluye que es muy importante el resultado obtenido ya que, limita la probabilidad de arrojar un dictamen erróneo.

Con base al promedio obtenido, se concluye que existe un alto porcentaje de hallar similitud en características de subclase para este tipo de arma de fuego.

Por último, se recomienda dar continuidad a la presente investigación con el fin de cuantificar las características halladas en este estudio, a partir de ahí, suministrar más datos a los peritos con respecto al porcentaje de aparición en las vainillas percutidas por el arma objeto de esta investigación, del mismo modo, justificar cualquier decisión que tome el profesional en su labor pericial.

Agradecimientos

A la Escuela de Investigación Criminal por la oportunidad brindada, nuestros más sinceros agradecimientos a la Dirección de Investigación Criminal e INTERPOL DIJIN y SIJIN por la ayuda y disposición en compartir los conocimientos balísticos, al Señor Teniente Jair David Rodríguez Ortega, Editor de la Revista Criminalidad, por su valiosa asesoría estadística y a la Señorita Karen Yurany Ayala Sarmiento, quien con su conocimiento permitió tener un documento con una adecuada presentación de estilo.

Referencias Bibliográficas

AFTE. (1969). *The Association Of Firearm and Tool Mark Examiners*. Recuperado el 9 de Julio de 2012, de <http://www.afte.org/>

AFTE. (01 de 09 de 2016). *Glossary*. Obtenido de The Association Of Firearms And Toolmark Examiners: www.firearmsid.com/glossary/index.asp

AFTE. (06 de Agosto de 2016). *Glossary*. Obtenido de The Association Of Firearms And Toolmark Examiners: <http://www.firearmsid.com/glossary/index.asp>

Baldwin, D., Morris, M., Bajic, S., Zhou, Z., & Kreiser, J. M. (s.f). *Statistical tool for forensic analysis of toolmarks*. 1.

Carvajal Rodriguez, L. E., Ruiz Restrepo, Y. Y., & Gonzalez Ortiz, M. M. (2010). Características de subclase en vainillas percutidas con armas Glock 9 milímetros aplicando el método CMS.

Cibrian Vidrio, O. (2007). *Balística Técnica y Forense*. Buenos Aires: Ediciones La Rocca.
Guiza Velasco, Y. A., Mendez Fajardo, G., Amado Nuñez, O. J., & Silva Garcia, H. (2012).

Características de subclase en vainillas percutidas por pistolas Sig Sauer, calibre 9X19 mm, modelo SP 2022, de fabricación alemana.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico, DF: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.

DE C.V.

Honduras, C. N. (19 de Julio de 2000). Decreto No. 30-2000. *Ley de control de armas de fuego, municiones, explosivos y otros similares*. Tegucigalpa MDC, Honduras: Diario Oficial la Gaceta.

James, H. (1999). The history of firearms and toolmark identification. *Afte; The association of firearms and toolmark examiners*, recuperado el 26 de julio de 2016.

Jimenez, J. O. (s.f). Balística Forense Inicios. *Balintica Forense Inicios*, 7-11.

Lopez Gonzalez, J. C., Murcia Triana, E. Y., & Marin Valencia , C. A. (2011). Determinar las características de subclase en vainillas calibre .38 special, percutidas por diez revolveres marca Llama modelo Martial calibre .38.

Mcnab, C. (s.f.). *1001 Armas de de fuego*. Madrid: Servilibro ediciones, S.A.

Mcnab, C. (s.f.). *Armas de fuego*. Madrid: Tikal ediciones.

Mendez, J. G. (2012). Reconocimiento de texturas en imagenes de proyectiles: un aporte a la identificación automática de armas. *Ciencia e Ingenieria Neogranadina*.

Moran, B., & Murdock, J. (2006). Firearm and toolmark identification. Estados Unidos.
Nacional, M. d. (17 de 12 de 1993). Decreto Numero 2535 de 1993. *Por la cual se expiden normas sobre armas, municiones y explosivos*. Bogotá D.C., Colombia: Imprenta y publicaciones de las fuerzas militares.

Ramirez Gil, G., Nuñez Suavita, H. H., Bravo Villalobos, J. S., & Ochoa Soto, Y. (2012). Características de subclase en proyectiles 9 milímetros disparados por pistola Sig Sauer modelo SP 2022. 15.

Roa Galindo, O. G., & Valencia Giraldo, J. M. (2011). Identificar las características de subclase en proyectiles disparados por arma de cañon poligonal, mediante pruebas con Pistolas Glock M19 y Jerico M941F.

Ruiz Moreno, M. D. (2008). *Balística Teoría y Práctica*. Bogotá, Colombia: TEMIS.

Ruiz Moreno, M. D. (2016). *Balística Teoría y Práctica, Segunda Edición*. Bogotá, Colombia: TEMIS S,A.

SlideShare. (13 de 02 de 2016). in *SlideShare*. Obtenido de <http://www.slideshare.net/karitored/balistica-forense>

Training, F. E. (25 de Julio de 2016). *Firearms Examiner Training*. Obtenido de http://projects.nfstc.org/firearms/module13/fir_m13_t05_05.htm

Training, F. E. (25 de Julio de 2016). *Training, Firearms Examine*. Obtenido de http://projects.nfstc.org/firearms/module13/fir_m13_t05_04.htm

Training, F. E. (25 de Julio de 2016). *Training, Firearms Examiner*. Obtenido de http://projects.nfstc.org/firearms/module13/fir_m13_t01.htm



Capítulo II

CUANTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE SUBCLASE EN VAINILLAS PERCUTIDAS POR ARMA DE FUEGO, TIPO PISTOLA, MARCA PIETRO BERETTA, MODELO 92

Resumen

El presente artículo tiene como objeto realizar la cuantificación de características de subclase de la pistola marca Pietro Beretta modelo 92 con el fin de establecer la incertidumbre típica, generada por la aparición de marcas dejadas por el arma de fuego al momento de la percusión, y de esta manera determinar si es posible la concepción de un referente único que permita a los laboratorios de balística de las policías de Colombia y Honduras la rápida identificación del arma de fuego tipo pistola marca Pietro Beretta involucrada en hechos delictivos. Este postulado se ejecutará mediante la utilización del método científico orientado como menciona Hernández Sampieri (2014) "a la observación, medición, revisión, recolección de información de manera individual y conjunta de las diversas variables que arrojen los resultados de cotejo en el laboratorio" y por consiguiente aportar a la administración de justicia para la consecución de una sociedad más segura y en paz.

Palabras Clave. Vainilla, subclase, identidad, marcas & características.

Abstract

The objective of this research is to quantify the characteristics of Pietro Beretta model 92 pistol subclass in order to establish the typical uncertainty, generated by the appearance of marks left by the firearm time of percussion, and in this way determine if possible the conception of a unique reference that allows the ballistics laboratories of Colombia and Honduras the quick identification of the gun type Pietro Beretta gun involved is criminal acts. This postulate is executed by using the method scientific, oriented as mention Hernández Sampieri (2014) "to the observation, measurement, review, collection of information individually and jointly by the various variables that show the results of collation in the laboratory "and by to contribute to the administration of justice for the achievement of a safer society and in peace.

Keywords. Vanilla, subclass, identity, marks & characteristics.

Introducción

Considerando los altos índices de criminalidad en Colombia y Honduras, donde se presentan innumerables casos en los cuales se involucran armas de fuego semiautomáticas, entre estas, la marca Pietro Beretta; Céspedes (2015), afirma:

La criminalidad conocida por la policía nacional durante el año 2015 (según los 18 títulos del Código Penal) registró un aumento en la totalidad de los delitos, equivalente al 15,59%, en tanto los registros permiten identificar, para el año 2014, un total de 674.655 delitos denunciados, con respecto a 779.801 del año 2015. (p. 32).

En la actualidad dentro de la labor desarrollada por los peritos en balística de las diferentes instituciones del estado en pro de la investigación judicial coadyuvan a la administración de justicia, según lo menciona Ruíz, (2016), “La balística forense permite esclarecer los hechos aplicando todo el conocimiento de la ciencia balística. Se analizan la evidencias físicas o elementos de prueba aportados (armas, vainillas, proyectiles, prendas de vestir, heridas, orificios, tatuajes, etc.).” (p.58).

Uno de los deberes como investigadores en la academia, es aportar a la innovación y modernización de la balística mediante la investigación de referentes que permitan la eficacia y sistematicidad de los procedimientos. Con esta intención se pretende la cuantificación de características de subclase en las vainillas percutidas por pistola Pietro Beretta modelo 92, para que sirva como referente a los peritos balísticos al momento de esclarecer hechos suscitados con la mencionada arma; para llevar a cabo este postulado se realizarán actividades de observación y razonamiento a fin de dar como resultado análisis estadísticos, donde se verán involucrados actividades como obtención de información, observación, análisis, entre otros.

Es de gran importancia para el proceso, un repaso histórico que permita formar unas bases sólidas para el desarrollo de la investigación. Así entonces, de acuerdo con la Fiscalía General de la Nación:

En 1835 Henry Goddard, uno de los pioneros de la balística forense, realizó con éxito la primera investigación de que se tiene constancia, al encontrar al responsable de un homicidio por arma de fuego teniendo como elemento materia de prueba el proyectil extraído de la víctima el cual presentaba una señal muy particular, correspondiente a una protuberancia en el mismo. En ese tiempo las armas de fuego eran cargadas y los proyectiles eran fabricados por propietarios de estas armas, utilizando moldes. Goddard basó su investigación en la búsqueda del molde que presentó la hendidura igual a la protuberancia del proyectil extraído de la víctima. En una de las viviendas de los

sospechosos encontró un molde con una hendidura similar a la del proyectil incriminado y fabricó un proyectil que, comparado con el extraído a la víctima, presentaba la misma protuberancia. Con esta evidencia al homicida no le quedó más que confesar su crimen. (Fiscalía General de la Nación [FGN],s.f, p.53)

En el anterior relato se evidencia la importancia que tiene la práctica pericial de la balística desde los anales de la historia, demostrando que los primeros investigadores, mediante la deducción lógica, aplicaron de forma rudimentaria los principios de lo que en la actualidad se conoce como cotejo balístico. Así mismo la balística es una área científica de la criminalística, según menciona Silva & otros, (2015) según citado en Lopéz, (2008) se define la criminalística como una ciencia auxiliar del derecho a escala universal, siendo también un conjunto de disciplinas técnico – científicas de la policía judicial que está dentro del procedimiento de investigación judicial”. (p.4)

Diversas investigaciones permiten concluir que desde el siglo XI se utilizaba la pólvora como agente propulsor. Guzmán (2011) menciona que estas mezclas pirotécnicas contenían salitre, carbón y azufre, las cuales eran utilizadas en china para la elaboración de explosivos de escasa potencia. Posteriormente este propelente sería empleado en la Europa de finales del siglo XII y principios del XIII para el uso de arcabuces. Con el descubrimiento de la pólvora, la humanidad traspasó las barreras de la lucha cuerpo a cuerpo donde predominaba la mutilación de los cuerpos por los cortes de las espadas, para dar paso a las armas de fuego, entre la gran variedad de estas, se encuentra la pistola.

La expresión pistola tiene sus orígenes como argumenta Villatoro (2013) en la ciudad (antigua Pistoria), lugar de nacimiento de los inventores Camilo Vetelli y Estefano Enrico de Pistoia quienes para el año 1540 trabajaron como fabricantes de armas cortas.

Uno de los elementos principales para esta investigación es la pistola Prieto Beretta perteneciente a una marca de gran trayectoria histórica en el curso de los diferentes conflictos de la humanidad.

La fábrica de armas Beretta data del año 1500 aproximadamente, cuando su fundador Bartolomeo di Bereti comenzó a forjar cañones encargados por la República de Venecia. La zona del valle del río Meccia, rica en hierro, tenía antecedentes en la fabricación de armas desde antes de la llegada de los romanos y gran cantidad de forjas funcionaban por toda la zona, y fue en esta zona donde se fabricaron las primeras armas de fuego de toda Italia. (Angelfire, s.f.).

En el sentido literal (Delgado, 2010) menciona: “ la palabra arma, la cual según el diccionario de la Real Academia Española se define como un “instrumento, medio o máquina destinados a atacar o defenderse”(p.58).

Se encuentran en el comercio legal e ilegal gran variedad de marcas de pistolas desde las más tradicionales hasta las más exóticas. Desde la legislación colombiana el decreto 2535 de 1993

“Norma sobre armas, municiones y explosivos” en sus artículos 5 y 6 define armas y armas de fuego respectivamente.

Artículo 5º. Definición. Son armas, todos aquellos instrumentos fabricados con el propósito de producir amenaza, lesión o muerte a una persona.

Artículo 6º. Definición de armas de fuego. Son armas de fuego las que emplean como agente impulsor del proyectil la fuerza creada por expansión de los gases producidos por la combustión de una sustancia química.

Las armas pierden su carácter cuando sean total y permanentemente inservibles y no sean portados. (Presidencia de la Republica, 1993).

La unidad básica de carga para las armas de fuego es el cartucho, el cual está compuesto por: vainilla, fulminante, pólvora y proyectil. La vainilla según Ruiz, (2016). Es elemento principal del cartucho, que contiene los demás elementos; el cartucho puede ser plástico o metálico; si es metálico es por lo general de latón, una aleación de cobre 70% y zinc 30% o también en aluminio, acero suave o diversas aleaciones, este material debe ser maleable y estar en la capacidad de resistir condiciones extremas de frío, calor o humedad. Según Kothe (2012), el cartucho está compuesto por el proyectil y vainilla; esta última contiene la pólvora o carga propulsora, es la que hace que el proyectil salga expulsado al espacio con una fuerza, velocidad y dirección. En el lugar de los hechos se recolecta proyectiles y vainillas que aportan información del tipo de arma de fuego utilizada.

Por su parte (Lopez G. Murcia T, 2011), argumenta que:

La parte inferior de la vainilla puede ser totalmente lisa, con una garganta que rodea toda la circunferencia de la base o con una pestaña formada con el propio perímetro del culote. Con respecto a la garganta, ella es típica para cartuchos de pistolas y fusiles, por cuanto facilita la fijación de la vainilla cuando esta se introduce en la recámara, por parte de la uña del mecanismo extractor.

En la vainilla como elemento fundamental del cartucho, ocurren una serie de fenómenos al momento de efectuarse la percusión deja una serie de marcas de herramientas como menciona Roa & Valencia, (2011) “es el vestigio que queda cuando el más duro de dos objetos que entran en contacto forzado entre sí.”, así mismo Gamarra V. Gabriel A. (2013) describe marcas que pueden quedar impresas en la base de la vainilla:

Marcas de espaldón: Aplica la ley de acción y reacción, significa que, al producirse el disparo el proyectil sale impulsado hacia la boca del arma y la vainilla es empujada hacia el espaldón o contra recámara, transfiriendo sus marcas a la base de la vainilla.

Marcas de percusión: Producidas por la aguja percutora al golpear el fulminante.

Marcas de uña extractora: La uña extractora sujeta a la vainilla por su reborde, al producirse el retroceso de la corredera, presiona y la arrastra hacia atrás, produciéndole esta marca.

Marcas de eyector: La vainilla es movida hacia atrás por la uña extractora que acompaña el movimiento de la corredera. Al golpear su base contra el eyector se produce esta marca en la vainilla. Con este golpe es arrojada al exterior a través de la ventana de expulsión.

El perito en balística debe estar en la capacidad de encontrar evidencia suficiente para el funcionamiento eficaz del aparato judicial, mediante la aplicación de su conocimiento técnico-científico, metódico y su experiencia. En el proyecto de grado denominado “Características de Subclase en las vainillas percutidas con arma GLOCK 9 milímetros empleando el método Características consecutivas de Microrrayado ” los autores: Carvajal R, Ruiz R, & Gonzalez O., (2011) Afirman lo siguiente:

En la actualidad es necesario conocer claramente las características que se presentan en los microrrayados de las vainillas percutidas en las armas de fuego que permitan establecer la procedencia del arma y con ello las personas que la accionaron, pero actualmente este tipo de material de análisis no existe, por esto es importante contribuir con información recopilada para que sea consultada en el momento necesario. (p.16)

Estos razonamientos llevan a plantear el siguiente interrogante, ¿Cuántas y cuáles son las características de subclase que se deben tener en cuenta para tener un referente de marca en vainillas percutidas por pistola Pietro Beretta modelo 92? Así mismo se presenta como objetivo general, establecer la cantidad de características de subclase dejadas en vainillas que fueran percutidas por arma de fuego tipo pistola marca Pietro Beretta.

La teoría de identificación AFTE corresponde a Asociación de Examinadores de Armas de Fuego y Marcas de Herramienta; y el método de identificación CMS representa a Características Secuenciales de Microrrayado. Montiel M, (2014) afirma:

Las marcas se transfieren de las armas de fuego a las vainillas y proyectiles en el momento de producirse el disparo y podrían llegar a confundirse con huellas de identidad (Moran & Murdock,2006); Igualmente Biasotti,(1981) afirma que las características de subclase pueden ocurrir si la herramienta está dañada y lleva consigo algunas imperfecciones importantes.

El método, Características Secuenciales de Micro rayado (CMS) busca de manera cuantitativa hallar características identificativas y no sirve como criterio de búsqueda de subclase, se utiliza únicamente en huellas estriadas consecutivas de identidad, fijando criterios en 2D que hace referencia a las similitud en términos de longitud y diámetro de

cada estría, concentrando estas consecutivamente en un grupo mínimo de ocho características o dos grupos de mínimo cinco características y en 3D adicionalmente de las características ya mencionadas se debe tener en cuenta la profundidad, pero la concentración de las marcas estriadas, debe ser de un grupo mínimo de seis características o dos grupos mínimo de tres características (Murdock & Biasotti, 2002).

Por otro lado la teoría AFTE es cualitativa y sus criterios se enmarcan en buscar características teniendo en cuenta su morfología, ubicación, cantidad y calidad de las marcas estriadas (G.Nichols, 2004) (Comité AFTE, 1992). Lo anterior teniendo en cuenta que estos procedimientos están avalados por la comunidad técnico – científica. (p.12)

Clase: son características obtenidas al momento de la elaboración del arma, por el fabricante, por ejemplo (Guiza v, 2014), el calibre del cañón, marca, modelo, número de estrías del arma de fuego, forma del eyector, forma del percutor, forma del extractor etc.

Sub clase: son características obtenidas accidentalmente en el momento de la fabricación presentes en el mismo lote o grupo, las cuales pueden cambiar con el tiempo, debido al uso y desgaste del arma al realizar disparos. Es más frecuente encontrar marcas de identidad que de sub-clase, sin embargo se pueden encontrar en varias armas de fuego del mismo, tipo, modelo y casa fabricante.

Identificativas: son características únicas e irrepetibles producidas accidentalmente al momento de la fabricación del arma o por el uso de la misma, estas características pueden sufrir cambio con el paso del tiempo debido al desgaste, deterioro o daños ocasionados intencionalmente, este tipo de marcas permite determinar la identidad de un arma mediante el estudio microscópico de comparación balística. (Guiza v, 2014).

Así mismo los autores: Carvajal R, Ruiz R, & Gonzalez O., (2011) afirman lo siguiente: “Características de subclase: son características apreciables suficientemente distinguibles en un objeto, las cuales son más restrictivas que las características de clase.” (p.50), lo que al no tener presente se pueden confundir entre características de identidad y de subclase y al momento de realizar dictámenes periciales hay que tener bastante cuidado para evitar falsos positivos.

Como lo afirma Coello M. & y otros, (2016)

Se pueden distinguir más de 30 marcas de herramientas dejadas desde el momento del disparo a la superficie de los proyectiles y vainillas, que al combinarse pueden producir una *huella digital* y analizando estas mismas se pueden llegar a identificar el tipo de modelo del arma. (p.7)

De igual manera menciona Forero y otros (2015) “Es así que no hay dos armas de fuego de igual marca y modelo aun siendo percutidas consecutivamente con la misma herramienta que deje idénticas características individualizantes sobre el proyectil”. (p.5)

Con la ejecución de este trabajo se pretende aportar a la administración de justicia brindando un parámetro útil a los laboratorios de balística. Por otra parte la Policía Nacional contará con una herramienta oportuna para el desarrollo de las funciones propias y para el esclarecimiento de hechos que perturban la tranquilidad y la sana convivencia de la sociedad.

Método

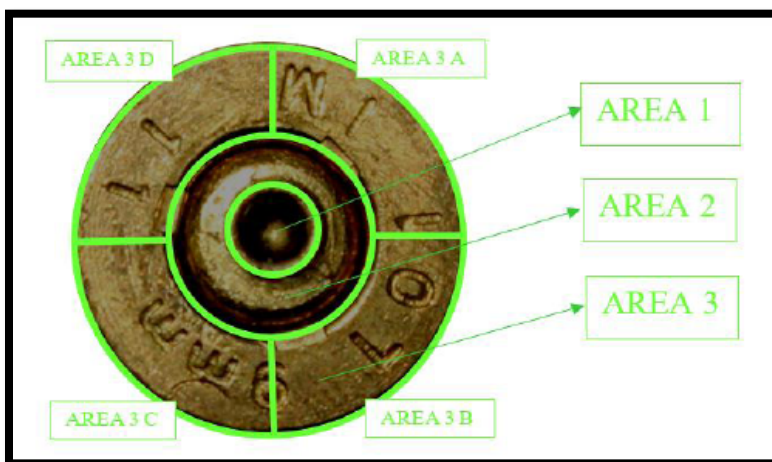
Tipo de Investigación

Descriptivo, con el cual se pretende como menciona Hernandez Sampieri (2014) especificar las propiedades y características de las vainillas percutidas por pistola Pietro berreta. En conclusión, se orienta a la observación, medición, revisión, recolección de información de manera individual y conjunta de las diversas variables que arrojen los resultados de cotejo en el laboratorio. En concordancia, para el desarrollo de la investigación es fundamental explorar y describir con el fin de lograr resultados verídicos y puntuales; a su vez cuenta con un alcance mixto ya que se tiene en cuenta datos numéricos obtenidos del análisis hecho a los elementos y que permiten desde si, dar características propias para las vainillas analizadas.

Variables de Estudio

Para la realización del presente artículo, se consideran como variables de estudio la totalidad de la base de la vainilla y sobre esa área se realiza unas divisiones como se relaciona a continuación, no sin antes ubicar la marca herramienta dejada por el eyector, y éste debe ser posicionado en la misma ubicación espacial, por ejemplo, a las 03:00 horas, a las 06:00 horas, a las 09:00 horas o a las 12:00 horas. De esta manera la base de la vainilla se subdivide en tres áreas; Área 1: Corresponde al espacio donde la aguja percutora incidió en el fulminante y deja una perforación de forma circular, Área 2: Es el espacio restante entre el área 1 y la totalidad del área del fulminante y el área 3: Es la base de la vainilla sin incluir el fulminante. Esta área 3 a su vez se subdivide en cuatro áreas a considerar área 3A, 3B, 3C y 3D; lo anterior se plasma en la Figura 1.

Figura 1. Áreas a tener en cuenta en la vainilla



Fuente: Grupo de investigación de la técnica profesional Balística XIV.

Participantes

La población son todas aquellas vainillas que fueran percutidas por el arma de fuego tipo pistola Pietro Beretta, y la muestra a considerar son las cien vainillas percutidas por las diez armas de fuego seleccionadas por los estudiantes de Balística XIV, por lo tanto, son muestras heredadas. Como indican Ortiz y otros (2016): El muestreo aplicado es de tipo no probabilístico sobre los lotes de producción de vainillas, dado que la deliberación de los elementos no depende de la probabilidad sino de las condiciones que permiten hacer el muestreo (Sharager y Armijo, 2001). Este tipo de muestreo accedió a unificar los resultados del estudio; las vainillas presentan una mínima de homogeneidad en su fabricación y estructura. La muestra se conformó por 100 vainillas, en las que se observaron las características de subclase. (p.12)

Instrumento de medición

El instrumento de medición utilizado por los integrantes del grupo, es la observación, “En la investigación cualitativa necesitamos estar entrenados para observar, diferente de ver. Es un argumento de grado. Y la “observación investigativa” no se limita al sentido de la vista, sino a todos los sentidos”. (Sampieri, 2014, p 399). Lo observado se plasma en una tabla dinámica de Excel; siendo Excel de acuerdo a Microsoft (2010)

Excel es un programa de hoja de cálculo de Microsoft Office system. Puede usar Excel para crear y dar formato a libros (una colección de hoja de cálculo) para analizar datos y tomar decisiones empresariales más informadas. Más específicamente, puede usar Excel para realizar un seguimiento de los datos, crear modelos para examinar datos, escribir

fórmulas para efectuar cálculos con los datos, los datos de varias maneras de pivot y presentar los datos en una gran diversidad de gráficos de aspecto profesional. ([//support.office.com](http://support.office.com), s.f.).

A su vez se asignó un valor de 1 cuando aparece la característica y 0 cuando no aparece, esto de acuerdo a Aldabas en su obra código Hamming, (2006) la información recolectada con el instrumento ya mencionado se convirtió a un código binario el cual es una representación unívoca de las cantidades, de tal forma que a cada una de estas se le asigna una combinación.

Elementos utilizados

Para el desarrollo de la presente investigación fue necesario el uso del microscopio de comparación balística como instrumento fundamental para la identificación de las características. Como menciona Guzmán: El microscopio de comparación balística es un equipo óptico de gran precisión, empleado por los peritos en los laboratorios balísticos para el estudio comparativo de elementos como vainillas y proyectiles, permitiendo establecer fiabilidad de haber sido o no, disparados o percutidos por una misma arma de fuego. (Guzmán, 2013).

Por otra parte, la definición dada por el fabricante indica:

El macroscopio de comparación motorizado y modular Leica FS C se usa para una amplia gama de investigaciones forenses, como balística, identificación de rastros en herramientas y comparación de documentos. La automatización inteligente se combina con un excelente diseño ergonómico.

Los cinco macroobjetivos con corrección apocromática presentan una elevada apertura numérica y cuentan con diafragmas de iris ajustables integrados para ofrecer el máximo rendimiento óptico.

Con tan solo pulsar un botón, es posible seleccionar entre diferentes modos de obtención de imágenes: división, superposición e imagen combinada. Esta cómoda plataforma ofrece una mayor reproducibilidad, precisión y eficiencia. (Microsystems, s.f.).

La correcta aplicación de los instrumentos es muy importante, como menciona (Metrología s.f) “Instrumento de medición es el dispositivo destinado a ser utilizado para hacer mediciones solo o en conjunto con dispositivos complementarios.”; Es por lo tanto en la utilización del microscopio, como se pueden obtener datos reales de los hallazgos en las vainillas mediante la observación con el aumento de los diferentes lentes.

Se digitalizó los respectivos hallazgos mediante el software instalado en los equipos de cómputo de la (DIJIN) Dirección de Investigación Criminal e Interpol y (SIJIN) Seccional de Investigación Criminal. “Leica Application Suite (LAS) es un módulo de software para necesidades básicas de

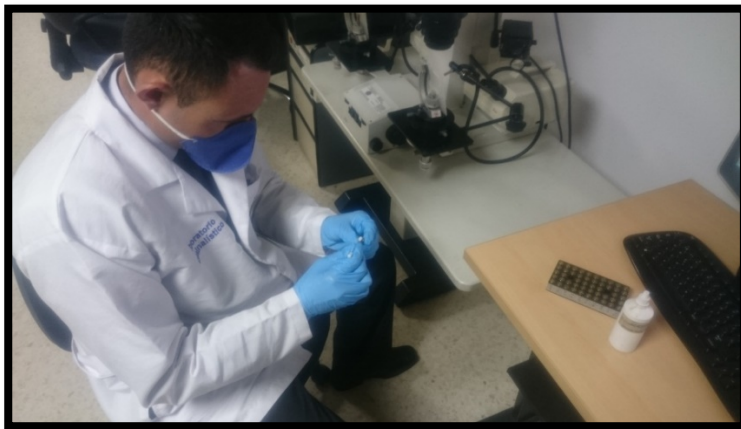
captura y procesamiento de imágenes, tales como visualización de muestras y anotación, superposición y comparación de imágenes”. (Microsystems, s.f.).

También se utilizó como elementos de bioseguridad: Bata, guantes de nitrilo, tapa bocas y demás elementos de protección para el desarrollo de las labores en los laboratorios de comparación balística.

Procedimiento

Fase I. Mediante solicitud verbal realizada por los integrantes del grupo de investigación a los estudiosos del anterior artículo, los cuales manifestaron que la totalidad de las vainillas se encontraban en custodia en la bodega de armamento de la Escuela de Investigación Criminal; se procedió a contactarlo, con el propósito de obtener la muestra, posteriormente se realiza limpieza de las vainillas percutidas por armas de fuego tipo pistola Pietro Beretta y se clasifican por número de arma y en orden secuencial por número de vainilla.

Figura 2: Limpieza de las vainillas



Fuente: Grupo investigador, 2017

Fase II. Una vez formalizada la respectiva autorización en los laboratorios de la SIJIN y la DIJIN. Se procede a observar mediante el instrumento microscopio de comparación balística, leica FS C y leica DMC, como menciona Morales (2015) “las muestras se colocan en sus respectivos portaobjetos (A) y en la pantalla se pueden apreciar las dos imágenes (B), con lo que se reduce el tiempo de comparación.” (p.1916). Las características que deja impresas el arma uno en cada una de las diez vainillas percutidas, y así sucesivamente con las demás armas; una vez cotejadas las vainillas de cada arma, se procede a seleccionar la vainilla con mejores características para cotejarlas entre si y cuantificar las características de subclase que se repiten entre ellas,

documentando fotográficamente y registrando los datos obtenidos en una tabla en Excel. La cual se muestra en resultados.

Figura 3: Observación de vainillas en microscopio



Fuente: Grupo investigador, 2017

Fase III. Finalmente se identifican las características de subclase en vainillas percutidas por arma de fuego marca Pietro Beretta; mediante el análisis que se realiza en el laboratorio a cada una de estas.

Figura 4: Ingreso de datos a Excel



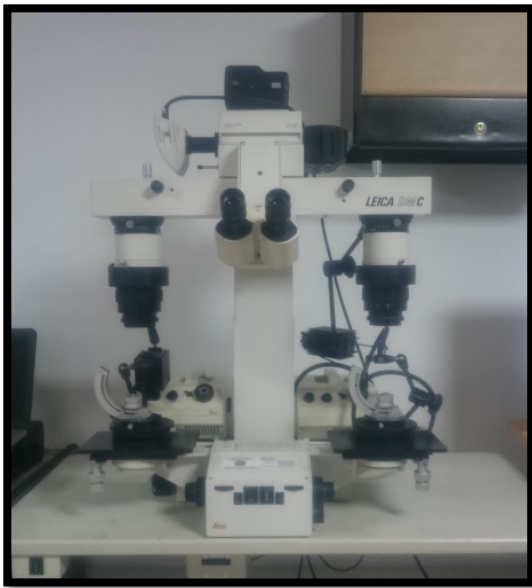
Fuente: Grupo investigador, 2017

Resultados

Como las vainillas de la presente investigación son muestras heredadas, obtenidas las vainillas se procede a inspeccionar minuciosamente el estado de las mismas, las cuales se encuentran en buenas condiciones de conservación, pero fue necesario realizar limpieza de su base con acetona y algodón, zona sobre la que se realiza la observación microscópicamente; posteriormente se organizaron por número de arma y en orden secuencial por número de vainilla.

Para iniciar con la fase 2, se recibe inducción por parte del asesor temático, el cual tiene amplia experiencia en el manejo del microscopio de comparación balística empleado en la Dirección de Investigación criminal e INTERPOL DIJIN; posteriormente mediante la utilización del microscopio de comparación balística, Marca LEICA, modelo DMC, serie No. 206013, año 1999, fecha de mantenimiento preventivo 20-10-2016 próximo mantenimiento octubre 2017.

Figura 5: Microscopio de comparación balística



Fuente: Grupo investigador, 2017

Se observan o comparan dos vainillas de la misma arma, para este caso arma 1, encontrando y registrando las características de identidad en una hoja, a continuación se observan las subsiguientes hasta llegar a la vainilla 10; al terminar con la observación del arma 1 se prosigue con el arma 2 y así sucesivamente hasta el arma 10, es lo que se denomina la cualificación de las características, mediante la aplicación del método AFTE, correspondiente a las marcas de

herramientas desde la fabricación de determinada pieza, de igual manera, de acuerdo a las marcas producidas cuando una herramienta entra en contacto con un objeto de superficie de material maleable y deja impresa en ellas las características con la cual entró en contacto. Se ve reflejado en las marcas de la aguja percutora y las marcas de herramientas propias dejadas por el espaldón de la pistola Pietro Beretta.

En la siguiente figura se ostenta la imagen de arma de fuego tipo pistola marca Pietro Beretta, modelo 92.

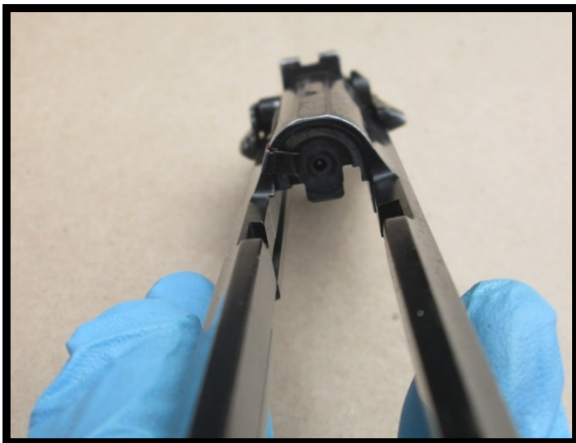
Figura 6: Pistola Pietro Beretta Modelo 92.



Fuente: Grupo investigador, 2017

En la subsecuente figura se exhibe el despiece del arma de fuego tipo pistola marca Pietro Beretta, modelo 92, imagen de la izquierda en donde se observa la corredera y sobre esta el espaldón, la aguja percutora y la uña extractora; en la imagen de la derecha se observa la corredera y sobre esta el espaldón, la aguja percutora, la uña extractora y el eyector.

Figura 7: Espaldón o contra recamara



Fuente: Grupo investigador, 2017

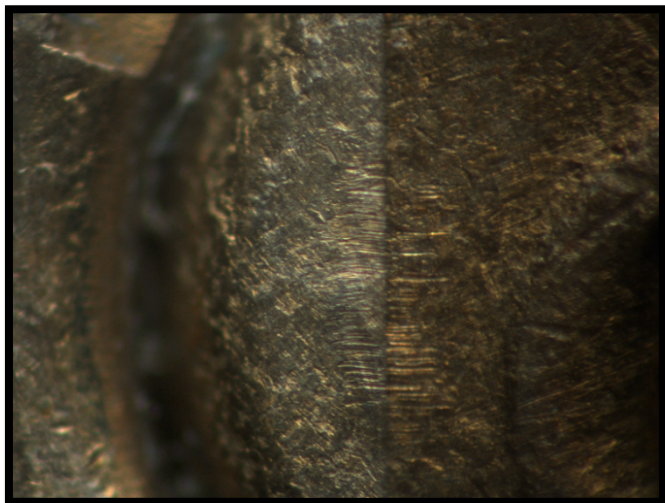


Fuente: Grupo investigador, 2017

Al tener claro cuáles son las características que presenta cada vainilla en la base por arma, se procede a seleccionar la que tenga mejores características, más pronunciadas y compararlas con las vainillas con mejores marcas de las otras armas, de esta manera se establece que la muestra correspondiente a 100 vainillas percutidas por 10 armas de fuego tipo pistola marca Pietro Beretta. Se determinó que las características de subclase son dos (2), las cuales se observan a continuación.

En la siguiente imagen se evidencia la característica de subclase 1 ubicada espacialmente en el área dos, establecida a las 02:00 horas, perteneciente a la comparación de las vainillas 3 y 5 de las armas 8 y 3 respectivamente, resultando un micro rayado concordante, demostrando subclase para armas de fuego tipo pistola marca Pietro Beretta.

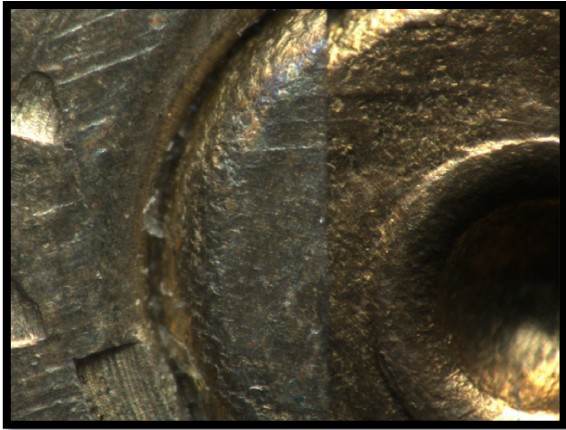
Figura 8: Característica de subclase 1



Fuente: Grupo investigador, 2017

En la figura 9 se identifica la característica de subclase dos ubicada espacialmente en el área dos, establecida a las 03:00 horas adquiridas de las vainillas 3 y 8 de las armas 3y10 respectivamente, obteniendo como resultado micro rayado concordante demostrando subclase para armas de fuego tipo pistola marca Pietro Beretta.

Figura 9: Característica de subclase 2



Fuente: Grupo investigador, 2017

Al seleccionar la vainilla con mejores características para el cotejo entre si y cuantificar las características de subclase que se repiten entre ellas, documentando fotográficamente y registrando los datos en una tabla de Excel. Se determinó que las muestras de cien vainillas presentaron dos características de subclase las cuales se tabulan en la siguiente tabla, por cantidad en cada arma de acuerdo a la característica 1 o 2.

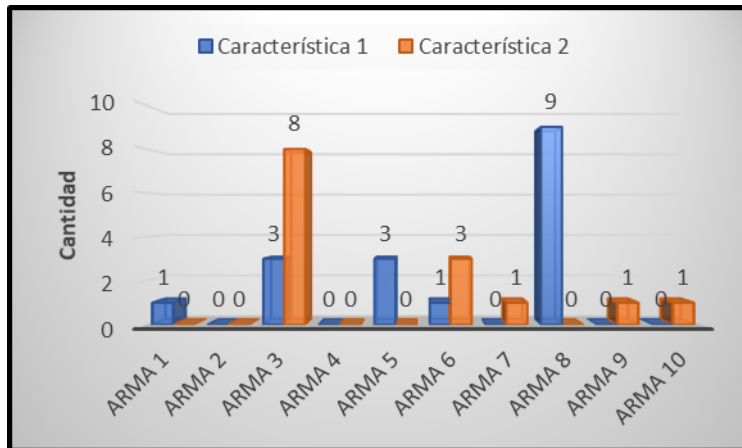
Tabla 1: Cuantificación de característica por arma de fuego

	Característica 1	Característica 2
Arma 1	1	0
Arma 2	0	0
Arma 3	3	8
Arma 4	0	0
Arma 5	3	0
Arma 6	1	3
Arma 7	0	1
Arma 8	9	0
Arma 9	0	1
Arma 10	0	1
TOTAL	17	14

Fuente: Grupo investigador, 2017

Una vez obtenida la anterior tabla se procede a graficar el comportamiento de esas características en la siguiente figura:

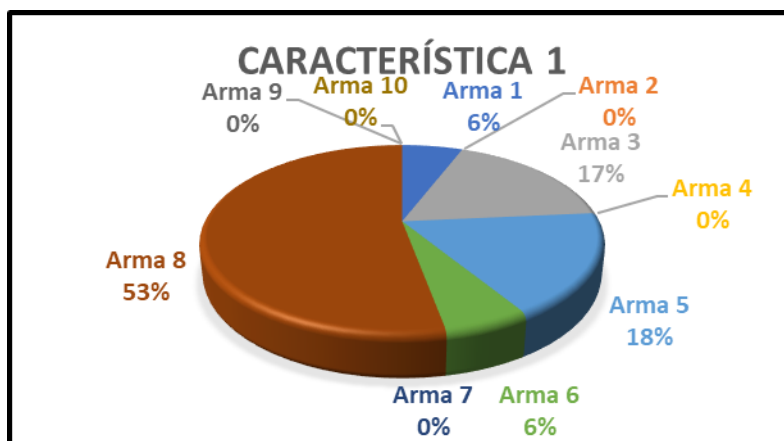
Figura 10: Característica de subclase



Fuente: Grupo investigador, 2017

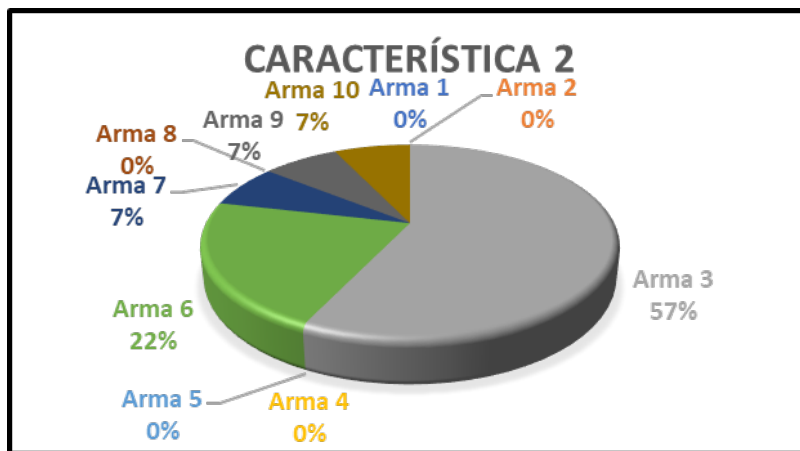
Teniendo el comportamiento de cada característica por arma de fuego se procede a graficarla.

Figura 11: Característica de subclase 1



Fuente: Grupo investigador, 2017

Figura 12: Característica de subclase 2



Fuente: Grupo investigador, 2017

Para determinar valores estadísticos se realiza consulta en varias fuentes y como menciona Locles: La media aritmética o promedio equivale al valor de la suma de los datos dividido entre el número de datos; La moda corresponde al valor que más se repite; y la mediana se obtiene al ordenar los datos en forma ascendente y es el valor que se encuentra en la mitad si el total de valores es impar, pero si el número de datos es par corresponde a la suma de esos dos valores dividido entre dos. (2005).

Adicionalmente la media aritmética también conocida como promedio o incertidumbre típica; el error típico o desviación estándar de la media; los cuales se presentan en la siguiente tabla con otros valores estadísticos.

Tabla 2: Resultados estadísticos.

	Característica 1	Característica 2
Media	1,7	1,4
Mediana	0,5	0,5
Moda	0	0
Desviación Estándar	2,8304	2,5033
Desviación estándar de la media	0,8950	0,7916

Fuente: Grupo investigador, 2017

Lo que permite concluir que la incertidumbre típica equivale a 1.7 y 1.4 para la característica 1 y 2 respectivamente.

Discusión

La práctica de cotejo es demasiado compleja, y para llegar a tener alta probabilidad en los dictámenes periciales es necesario toda la experiencia del perito, aplicado a todos los parámetros tecno – científicos reconocidos por la comunidad internacional.

Es posible que se presente confusión y se encuentren características de subclase de manera errónea, toda vez que se pueden presentar características similares entre vainillas, pero no corresponden a la misma ubicación espacial, también de acuerdo a la posición para el momento del cotejo se debe tener en cuenta, colocar espacialmente el eyector en la misma posición por ejemplo a las 12:00 horas, 03:00 horas, 06.00 horas etc.

Lo narrado se hace más claro en las siguientes imágenes, se encuentra con un aumento de 8x en donde se observa la marca del eyector a las 02:00 horas se trata de la vainilla 3 del arma 8, y la marca del eyector a las 03:00 horas se trata de la vainilla 2 del arma 6.

Figura 13: Comparación imagen de microscopio a 8X.



Fuente: Grupo investigador, 2017

Complemento de la imagen anterior se observa en detalle el microrrayado, pero en diferente ubicación espacial, se sitúan en el área 2 la primera a la izquierda se trata de la vainilla 3 arma 8 y la segunda a la derecha la vainilla 2 del arma 6, ambas con aumento de lente 32X.

Figura 14: Comparación imagen de microscopio lente 32X.



Fuente: Grupo investigador, 2017

Otro error que se puede presentar es que aparentemente se ubique una característica, pero al observar los lentes sean de diferente aumento. Se trata de la vainilla 3 del arma 8 con un aumento de 32X, la vainilla 2 del arma 6 con un aumento de 25X.

Figura 15: Comparación imagen de microscopio a 32X y a 25X.



Fuente: Grupo investigador, 2017

La presente investigación produce como resultado para nuestro criterio, que si es posible la obtención de características de subclase en una mínima cantidad, pero también es importante mencionar que la probabilidad de que se presenten estas características disminuye si las armas a estudiar corresponden a diferentes lotes.

De acuerdo al análisis realizado se puede identificar que para las características 1 y 2 presenta el mismo comportamiento identificando 5 armas en las cuales no se observa la característica en

menCIÓN y en las otras 5 armas presenta una variabilidad que va desde 1, 3, y los valores más altos que son 8 y 9.

No es posible obtener un referente único de marca de característica de subclase para la pistola Pietro Beretta modelo 92 toda vez que este tipo de característica se adquiere desde el momento de la fabricación y su morfología cambia con el paso del tiempo debido a diversos factores como desgaste por el uso, variación en la composición de los materiales de las vainillas, la cantidad de pólvora del cartucho y las condiciones naturales de conservación.

Sugerencias

Se recomienda realizar esta investigación, con otros tipos de pistolas de diferentes marcas, teniendo como condición, que las armas pertenezcan al mismo lote de fabricación.

Ejecutar la investigación con otro tipo de marca de pistola teniendo como variable, que los cartuchos a percutir pertenezcan a diferentes casas fabricantes.

Efectuar esta investigación con armas de fuego tipo fusil y ametralladoras.

Agradecimientos

Al gran arquitecto del universo por permitir con su infinita sabiduría el logro de nuestros sueños.

A la Escuela de Investigación Criminal Teniente Elkin Molina Aldana y su equipo docente, por formarnos como unos profesionales altamente calificados para brindar justicia a todos colombianos.

A nuestros familiares y amigos por su apoyo incondicional en los momentos difíciles y de gran alegría.

Referencias Bibliográficas

- Aldabas, F., Monserrat, C., & María, C. (2006). *XII Jornades de Conferencies JCEE'06, Introducció a los Códigos Hamming*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Angelfire. (s.f.). Obtenido de <http://www.angelfire.com/droid/gnguer/historiaberetta.htm>
- Carvajal R, L. E., Ruiz R, Y. Y., & Gonzalez O., M. M. (2011). *Características de subclase en las vainillas percutidas con arma GLOCK 9 milímetros aplicando el método CMS*. Bogotá.
- Céspedes, J. R. (2015). Registros de la Criminalidad en Colombia y actividad operativa de la Policía Nacional durante el año 2015. *Revista Criminalidad*.
- Coello, M. A., Peña, H. C., & Pradilla, G. A. (2016). *Alteraciones del microrayado por residuos de disparo en el proyectil .38 special disparado con arma de fuego Smith & Wesson modelo 10-7*. BOGOTÁ.
- Delgado, R. A. (enero de 2010). Prueba Pericial de Balística: su aplicación y valoración en el proceso penal Costarricense. San Jose, Costa Rica .
- Fiscalía General de la Nación. (s.f.). *Manual único De Criminalística*. Bogotá: FGN.
- Forero , J. G., Trujillo, J. C., Carranza, J. J., & Gomez, A. F. (2015). *Análisis comparativo del micro-rayado en estrias de proyectiles calibre 7.65 milímetros y .32 fabricación INDUMIL: Disparados con revolver Llama Cassidy y calibre .32 Long*. Bogotá.
- Gamarra, G. A. (2013). Nociones de identificación en microscopía balística. *SKOPEIN*.
- Guiza v, M. F. (2014). Características de subclase en vainillas percutidas por pistola Sig Sauer calibre 9X19 mm modelo SP 20-22 de fabricación Alemana. *BALÍSTICA*.
- Guzman, C. A. (julio de 2011). *Criminalística, Ciencias Forenses e Investigación Criminal*. Obtenido de <http://guzmancarlosalberto.blogspot.com.co/2011/07/breve-historia-sobre-el-origen-de-las.html>
- Guzman, C. A. (2013). *Tratado De Balística*. Buenos Aires: Euros Editores S.R.L.
- Hernandez, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F.: McGraw-Hill.
- Kothe, R. (2012). *Criminalística, Cómo y Por Que*. Bogotá: Panamerica Editorial .
- Locles , R. J. (2005). *Tratado de Balística tomo 2*. Buenos Aires: Ediciones La Rocca.
- Lopez G. Murcia T, M. V. (2011). *Determinar las características de sub clase en vainillas calibre .38 special, percutidas por diez revólveres marca llama modelo Martial calibre .38*. BOGOTÁ.

- Merino, L. M. (2012). La evolución del delito del porte ilegal de armas de fuego en Colombia. Cambios legales y jurisprudenciales entorno a este delito desde el 2001 hasta el 2011. *TESIS*. Santiago de Cali, Colombia.
- Metrología, F. C. (s.f.). [http:// www. Metrocal.org](http://www.Metrocal.org).
- Microsystems, L. (s.f.). <http://www.leica-microsystems.com>. Obtenido de Leica Microsystems: <http://www.leica-microsystems.com/es/aplicaciones/ciencias-forenses/detalles/product/leica-fs-c/>
- Montiel M, L. G. (octubre de 2014). Características de sub clase producidas por la uña extractora en la base de las vainillas percutidas por el fusil COLT M 16 Modelo A 4 Calibre 5,56X45 mm. *BALÍSTICA*.
- Morales, L. J. (2015). *Enciclopedia CCI, Tomo III Investigación*. Bogotá: Sigma Editores.
- Ortiz, F., Velasquez, O. M., Valenzuela, J. C., & Delgado, M. F. (2016). *Análisis de la características de subclase en vainillas percutidas por armas de fuego, tipo pistola, marca Pietro Beretta: modelo 92*. Bogotá.
- Presidencia de la Republica. (17 de diciembre de 1993). Decreto 2535 de 1993. Bogotá, Colombia.
- Roa , O. G., & Valencia, J. M. (2011). *Identificar las Características de subclase en proyectiles disparados por arma de cañon poligonal, mediante pruebas con pistolas Glock M19 y Jerico M 941F*. Bogotá.
- Ruiz, M. D. (2016). *Balística Teoria y Práctica*. Bogotá: Temis S.A.
- Silva, J. E., Gutierrez, D. A., Moreno, J. A., & Gañan, O. W. (2015). *Comparación del Microrrayado en estrias de proyectiles .38 Special recuperados en materiales Kevlar y agua*. Bogotá.
- Villatoro, J. J. (2013). La balística como elemento esencial para la identificación y análisis del tipo de arma de fuego utilizadas en las escenas del crimen. Guatemala, Guatemala: Tesis.



Capítulo III

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ORIFICIO DE ENTRADA Y DE LOS RESIDUOS DE DISPARO
GENERADOS A DIFERENTES DISTANCIAS CON ARMA DE FUEGO TIPO PISTOLA SIG SAUER
SP 2022 CALIBRE 9 X19mm.**

Resumen

El trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de identificar las características físicas del orificio de entrada y residuos de disparo generados a diferentes distancias por arma de fuego tipo pistola marca Sig Sauer SP 2022 calibre 9X19 mm, con el fin de dar a conocer los resultados hallados en tela tipo algodón impactada por proyectil único. Es así que se desarrolló una investigación de tipo descriptiva, empleando un análisis de promedios con base en la cantidad de los gránulos de pólvora ubicados en la zona impactada complementando con la tabulación de los resultados obtenidos. Finalmente se encontró que en las distancias a contacto o 0 cm, 5 cm y 30 cm se hallaron propiedades relevantes a comparación de las demás distancias, como el rompimiento de la tela a causa de la potencia de los gases y la fabricación de la tela, así mismo la presencia de ahumamiento, por otra parte en las distancias a 45 cm 60 cm y 90 cm se observaron mejor los gránulos de pólvora, el anillo de limpieza y el orificio de entrada esta mejor definido; por último en las distancias a 120 cm y 150 cm los residuos de disparo son reducidos (5 gránulos).

Palabras clave: residuos de disparo, distancia, pólvora, potencia.

Abstrac

The current research was conducted with the goal to identify the physical characteristics of the opening inlet and gunshot residue generated at different distances firearm pistol brand Sig Sauer SP 2022 caliber 9x19 mm, in order to publicize the results found in cotton cloth type impacted by single projectile. then a descriptive research was developed using an analysis of averages based on the amount of the granules of powder placed in the affected area complemented by tabulating the results. Finally it was found that in the contact distances or 0 cm, 5 cm and 30 cm relevant properties were found to compare to other distances, such as breaking the cloth cause of the power gas and the production of the cloth is found, likewise the presence of blackening, on the other hand at distances 45 cm 60 cm

and 90 cm is best observed granules of powder, the cleaning ring and the inlet opening is better defined, finally at distances 120 cm and 150 cm shot residues are small (5 granules).

Keywords: gunshot residue, distance, gunpowder, *potency*.

Introducción

En la actualidad se han presentado varios casos confusos de homicidio, en los que se han empleado armas de fuego de dotación oficial para la Policía Nacional, por lo que se hace necesario establecer a través de la disciplina de la Balística las características físicas del orificio de entrada y los residuos de disparo que permitan esclarecer y dar una respuesta eficaz a la administración de justicia. En el caso particular de la pistola Sig Sauer SP 2022 calibre 9 X 19mm, actualmente no existe un referente científico que permita conocer las particularidades físicas del orificio de entrada y los residuos de disparo, por lo que se hace necesario generar una investigación académica que permita al Técnico Profesional en Balística dar una respuesta oportuna en una investigación criminal.

En referencia a lo anterior se presentó el caso ocurrido el 19 de agosto del año 2011, en un sector de la avenida Boyacá con calle 117, al noroccidente de Bogotá, el patrullero de la policía Wilmer Antonio Alarcón Vargas disparo contra el joven Diego Felipe Becerra, quien falleció debido a la herida en un procedimiento de Policía, el policial en mención accionó su arma de dotación, una pistola Sig Sauer modelo SP2022 calibre 9 X 19mm, lo anterior se presentó en hechos confusos que terminaron con la condena del patrullero por un mal procedimiento (Fiscalía General de la Nación, 2014 párrafo 7).

De igual manera el día 21 de enero del año 2015 el patrullero Manuel Pacheco estaba prestando servicio de guardia en la entrada de la Dirección General de la Policía Nacional, aprovechando un espacio de tiempo, el uniformado se dirige al tercer piso donde se encontraba su pareja sentimental, la cual ubicó visualmente y le propinó tres disparos con el arma de dotación oficial, una pistola Sig Sauer modelo SP2022 calibre 9 X 19mm, al instante el Mayor Ricardo Alberto Romero intentó neutralizarlo pero su reacción fue frustrada puesto que recibió dos disparos por parte del patrullero, luego de lo sucedido el funcionario Bobadilla accionó su arma tratándose de quitar la vida (NoticiasRCN.com, 2015).

En respuesta a la atención de un caso de policía ocurrido en la Finca “La Italia” ubicada en zona rural del corregimiento de Pueblo Tapao en el municipio de Montenegro, departamento del Quindío, el día 27 de abril del año 2016 fueron avisados por parte de la central de radio que en dicho lugar se estaba presentando una riña, a lo cual se trasladan los señores comandante y subcomandante de la estación de policía del corregimiento. Al llegar al lugar el administrador de la finca identificado como Pablo Emilio Rincón se encontraba en medio de una discusión con su compañera sentimental. Al darse cuenta de

la presencia de los uniformados, el individuo procede a agredir con un machete al subcomandante Édison Muñoz Dorado, a quien le quita el arma de dotación y le propina varios disparos causándole la muerte, también hiere de gravedad al señor intendente Bernardo Ladino Saldarriaga, Comandante de Estación y huye del lugar de los hechos (rodrigoavilat.comnoticias, 2016, párrafo 2, 3).

Casos como los anteriores demandan la respuesta oportuna del perito en balística quien, a través de un análisis técnico, tomando como referencia los residuos que se encuentran en las prendas, así como las características dejadas por el orificio de entrada (Carrera, Ruez, Villacorta, Chavieri & Maguiña, 1999) producto del paso del proyectil, logran establecer una posible distancia entre la víctima y el victimario aportando datos para la reconstrucción del lugar de los hechos.

Una vez documentada la temática fue posible identificar diferentes trabajos relacionados que permiten tener una clara orientación frente a la investigación desarrollada, tal es el caso del trabajo realizado por Martínez, (2012) denominado “Análisis de residuos de disparo por cromatografía de gases con detector selectivo de masas y por cromatografía electrocinética miselar con detector ultravioleta”, quien determinó la composición de residuos orgánicos de disparo producidos por revólveres y pistola con munición INDUMIL, este trabajo permitió tener un referente teórico sobre residuos de disparo.

Silva (2009) en su trabajo titulado “Análisis de selección mediante espectroscopia de descomposición inducida por láser”, estableció que los residuos de disparo se forman bajo unas condiciones específicas de temperaturas elevadas (1500 a 2000° C) y una presión (104 kPa), posterior a la detonación que se produce dentro de las diez milésimas de segundo, estas condiciones contribuyen a la rápida condensación de las partículas de pólvora, esto permitió conocer el proceso en el que aparecen los gránulos de pólvora en la tela.

Según Romero (2014) en el documento “Distancia de disparo y su interpretación frente a la conducción de hostilidades en el conflicto armado colombiano”, buscó evaluar un método de observación macroscópico y físico de los residuos de disparo en prendas para la determinación de la posible distancia de disparo, en este caso el aporte para la investigación consiste en las características que se observan a simple vista.

Manzur (1985) en su trabajo “Balística forense su importancia en medicina” afirma que estos residuos son apenas perceptibles con las pólvoras sin humo, densas y más marcadas con las pólvoras comprimidas, además la distancia de disparo interviene en el aspecto e

intensidad del tatuaje, este trabajo contribuyó ya que establece las diferencias que presentan los residuos de disparo al utilizar cartuchos que contengan pólvoras de distintos componentes químicos.

Oliveros & Gomezasserez (2011) mencionan en su estudio denominado “Evaluación de un método alternativo para la identificación de residuos de disparo en tela impactada por proyectil único”, que los residuos de disparo son elementos producto de la pólvora semi combustionada y combustionada, de igual forma las partículas metálicas y suciedades que arrastra el proyectil al pasar por el ánima o cañón del arma de fuego y son dejadas en el objetivo impactado, lo anterior contribuyó para determinar la procedencia de cada partícula encontrada alrededor del orificio de entrada.

Según Doyle (2014) en “Firearms ID.com” cuando la distancia entre el objetivo y la boca del arma de fuego disminuye las concentraciones de residuos aumentan y el tamaño real o diámetro del patrón se hace más pequeño, de acuerdo con Ramírez (2015) en su investigación “Confrontación de residuos de disparo con y sin supresor de sonido en arma de fuego”, indica que cuando los disparos han sido efectuados a diferentes distancias las partículas de pólvora, no deflagradas se incrustan alrededor del orificio de entrada de la superficie impactada por el proyectil, esta investigación se tuvo en cuenta para la identificación de las partículas de pólvora.

Rodríguez (2015) en su trabajo denominado “Residuos de disparo una vía de identificación de calibres de arma de fuego incriminadas en delitos de homicidio”, el proyectil en su recorrido impacta la prenda de vestir utilizada por la víctima, interrumpiendo la continuidad de los hilos de la misma, lo que se conoce como deshilachamiento crucial o signo de Neiro Rojas. De la misma forma Garrido (2015) da a conocer el signo de simonin, el cual se produce por sucesión de tres anillos de ahumamiento en forma de escarapela, lo anterior permitió diferenciar los signos presentes en el orificio de entrada causado por el disparo de un arma de fuego.

Por su parte Medrano (2004) desarrollo un estudio sobre la “Validación de un método analítico para la determinación de residuos metálicos de disparo de arma de fuego mediante el método de ICP-OES y su aplicación en la química forense”, en éste se ilustra la mezcla detonante de los cartuchos que está formada por cuatro componentes básicos: el explosivo iniciador, un agente oxidante, el combustible y el estabilizador, por lo que cada componente contribuye a la formación de residuos inorgánicos de disparo de arma de fuego, con lo anterior se aportó a esta investigación en el conocimiento del compuesto de un cartucho.

De acuerdo con el estudio de Carrera et al. (1999) titulado, “Concentración de pólvora para la determinación de la distancia de un arma de fuego”. Sugieren el empleo de un método para la medición de la concentración de pólvora incrustadas en los tejidos periféricos al orificio de entrada, con el propósito de precisar la probable distancia de disparo, la investigación realizada fue de interés puesto que proporciono una guía para el desarrollo de las muestras estudiadas.

Así mismo lo encontrado en la investigación de Rodríguez (2006), llamada “Elaboración de referencias de rangos de distancia de disparo”, quien establece la necesidad de realizar pruebas repetitivas de cada uno de los disparos para tener un control sobre el comportamiento de las características de los residuos. Dilon (2003) en su trabajo “Firearms examiner training” menciona que los restos de disparo pueden ser reproducibles con el fin de ser tomados como elementos probatorios, los anteriores trabajos aportaron información pertinente para la toma de las muestras.

En el documento realizado por Valencia (2012), denominado “Procedimiento alternativo para la identificación del rango de distancia de disparo en tela tipo dacron impactada por proyectil calibre .38 special”, se recomienda un rango de distancia de disparo teniendo en cuenta las variables como tipo de arma en cuanto a la longitud del cañón y tipo de munición, lo que puede variar en la concentración de gránulos de pólvora, pero pueden llegar a orientar la aproximación a una distancia real, dando a conocer las alteraciones que se pueden presentar al utilizar distintos tipos de arma de fuego.

Sierra (2009), manifiesta en su escrito “fundamentos de la criminalística y ciencias forenses”, las prendas secas deberán ser embaladas con cuidado en papel kraft y dobladas lo menos posible para evitar remover las partículas de pólvora. Este concepto es tomado en cuenta para realizar el procedimiento en polígono, debido al cuidado que se debe tener con cada prenda al momento de ser impactada.

Según Morales y Riaño (2015) en su texto “tomo III investigación”, mencionan que para cotejar los resultados previamente, se debe realizar una serie de disparos con arma y munición de las mismas características a las implicadas en el homicidio. Se dispara contra una tela de igual material a la muestra, a diferentes distancias (p. 1912), lo anterior se debe tener en cuenta para la toma de patrones de referencia.

En concordancia con lo anterior según Oviedo (2008) en su documento “criminalística aplicada al lugar de los hechos”, sugiere que se debe extender la prenda sobre el papel,

protegiendo la zona impactada por dentro y por fuera, para esto se dobla en secciones, se embala dentro de una bolsa plástica o de papel, esto se hace con el fin de preservar las muestras obtenidas mediante el uso de armas fuego.

Conocidos los antecedentes expuestos es necesario tener en cuenta la teoría planteada por Larrea (2005) donde manifiesta que “un arma de fuego se compone por un conjunto de elementos mecánicos que funcionando en forma normal y armónica entre sí, resulta capaz de lanzar un cuerpo llamado proyectil a distancias, con fuerza y precisión” (p.45), este efecto se da según Vidrio (2007) cuando la pólvora contenida en el cartucho es deflagrada y Ruiz, (2008), argumenta que “el proyectil es acompañado de gases, nitritos de potasio, partículas metálicas, gránulos de pólvora semi-combustionados y sin combustionar, los cuales se depositan alrededor del orificio de entrada y forman los residuos de disparo” (p. 125, 126).

Como lo explica Guzman (2000), para los residuos de disparo es esencial averiguar con certeza la densidad máxima de la imagen del residuo y su distribución en puntos graduados y medidos, que se extienden desde 0 cm hasta por lo menos 80 cm, al igual Morales y colaboradores (2015), dicen que se debe tener en cuenta la presencia de ahumamiento y residuos de pólvora, los cuales vistos macroscópicamente alrededor del orificio de entrada proporcionan información sobre el disparo a corta distancia.

Los estudios antes expuestos están ligados a la ciencia de la balística aplicada a la criminalística la cual, según Ruiz (2016) analiza las armas de fuego, los elementos de la munición (cartuchos, vainillas, proyectiles, pólvora, fulminantes, etc.) y los fenómenos que ocurren antes, durante y después del disparo, esta área se divide en balística interior, exterior de efectos y forense, para el caso particular de estudio se hace necesario conocer el arma tipo pistola marca Sig Sauer modelo SP 2022 calibre 9X19 mm, presentando las siguientes características según el manual de Sig Sauer (GmbH, 2016), longitud general de 7,36”, altura total de 5,67”, ancho general 1,34”, largo del cañón 3,86”, peso sin cargador 25,2 oz, peso del cargador vacío 3 oz. Como se muestra a continuación.

Características de la pistola Sig Sauer SP 2022 calibre 9x19 mm.

Calibre	9 mm
Longitud general	7,36 ”
Altura total	5,67 ”

Ancho general	1,34 "
Largo del cañón	3,86 "
Ranuras de estrías	1 en 10 "
Radio de visión	5,9 "
Peso sin cargador	25,2 oz
Peso cargador vacío	3 oz
DA del peso del gatillo "libras"	DA 10,0 lbs
SA del peso del gatillo "libras"	SA 4,5 lbs
Capacidad del cartucho	15 disparos



sl-pistole-sig-sauer-sp2022-two-tone-cal-9x19-mm-mit-sicherung

La munición empleada para el arma de fuego en mención es de calibre 9X19mm cuyo proyectil tiene variedad de presentaciones en el mercado, todos ellos encamisados, siendo el más común los que emplean cobre con núcleo en plomo. (Leland S Ness, 20102011)

Características del cartucho calibre 9x19 mm de casa fabricante Compañía Brasileira de Cartuchos (CBC)

Peso	De 7 a 9,5 g
Longitud total	29,3 mm

Diámetro	9 mm (proyectil) 9,06 mm (vainilla)
Alcance efectivo	150 m
Alcance máximo	1900 m
Peso del explosivo	De 4,0 a 7,0 grains (depende a casa fabricante)
Propulsor	Propelente solido granulado

Por otra parte, se abordó el marco normativo, el cual regula el uso legal de las armas de fuego; el artículo 223 de la Asamblea Nacional Constituyente (1991), menciona que:

“Los miembros de los organismos nacionales de seguridad y otros cuerpos oficiales armados, de carácter permanente, creados o autorizados por la ley, podrán portar armas bajo el control del Gobierno, de conformidad con los principios y procedimientos que aquélla señale”. Así mismo, el Decreto número 2535 (1993) en su artículo 8 establece que son armas de guerra y por lo tanto de uso privativo de la fuerza pública (pág. 5).

Los actos cometidos en los que se encuentren involucradas armas de fuego de dotación deben ser investigados, según se encuentra establecido en el artículo 205 del Código de Procedimiento Penal (2004), donde se establece que los servidores públicos que, en ejercicio de sus funciones de policía judicial, reciban denuncias, querellas o informes de otra clase, de los cuales se infiera la posible comisión de un delito, realizarán de inmediato todos los actos urgentes. Una vez se realizan las diligencias, los elementos materia de prueba y/o evidencia física (EMP Y EF) son enviados a los distintos laboratorios, con el fin de esclarecer la comisión del delito.

Por lo anterior se planteó como pregunta de investigación ¿cuáles son las características físicas del orificio de entrada y de los residuos de disparo generados a diferentes distancias por arma de fuego tipo pistola Sig Sauer SP 2022 calibre 9X19 mm, mediante el análisis físico de los residuos de pólvora sobre tela tipo algodón?

Una vez establecida la problemática se planteó como objetivo general identificar las características físicas del orificio de entrada y de los residuos de disparo generados a diferentes distancias por un arma de fuego tipo pistola Sig Sauer SP 2022 calibre 9X19 mm, mediante el análisis físico de los residuos de pólvora sobre tela tipo algodón.

Como objetivos específicos se estableció, identificar las características físicas del orificio de entrada producto del disparo con arma de fuego tipo pistola Sig Sauer calibre 9x19 mm en tela tipo algodón; establecer la concentración de los residuos de disparo generados por paso de proyectil único a diferentes distancias y por ultimo determinar los promedios de aparición de las características analizadas.

Lo anterior permitirá a los peritos en balística desarrollar unos procedimientos eficientes y eficaces, pero también efectivos, de igual manera tener como referencia una investigación de carácter científico que sustente y respalde sus dictámenes, contribuyendo así a la institución a la sociedad y a la administración de justicia.

Método

Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo descriptivo con un enfoque cualitativo, ya que se buscó analizar las características que presentan los residuos de disparo y los orificios de entrada del proyectil disparado por arma de fuego tipo pistola marca Sig Sauer, modelo SP 2022 con munición calibre 9 x 19 mm CBC, a diferentes distancias (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014 p. 92).

Variables de estudio o análisis. Se tomaron como variables de este estudio: las diferentes distancias en las cuales se realizaron los disparos, los residuos de disparo y los orificios ocasionados por el paso del proyectil sobre la superficie impactada, para lo cual se utilizó el protocolo de procedimiento para el análisis cualitativo de residuos de disparo sobre prendas de vestir impactadas por proyectil único, para la determinación del rango de distancia de disparo. (comité interinstitucional de criminalística Colombia, 1998 y 1999).

Muestra

Para la selección de la muestra se recibió la donación de munición por parte de la Escuela de Investigación Criminal, representada en cincuenta (50) cartuchos calibre 9 X 19 mm de fabricación brasilera (CBC, 2010), fue empleado para impactar 50 fragmentos de tela tipo algodón donde se realizaron los análisis físicos. 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, Fernández y Baptista, 2010 p. 176).

Instrumentos

Para la recolección de la información se elaboró y diligenció una tabla en Excel con los datos observados y se desarrollaron análisis de promedios de los residuos encontrados, para establecer las similitudes o diferencias entre distancias.

Procedimiento

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

Fase de campo. En este punto se realizó la toma de patrones en un polígono de la

Policía Nacional de Colombia donde se utilizaron un arma de fuego tipo pistola marca Sig Sauer SP 2022 calibre 9X19 mm, un soporte para el arma de fuego marca Ramsson, 50 cartuchos calibre 9x19 mm marca CBC y 50 fragmentos de tela tipo algodón con unas dimensiones de 30 centímetros por 30 centímetros respectivamente, cada muestra fue fijada en un marco de madera y luego impactada por el proyectil disparado por el arma de fuego, la cual fue sujeta al soporte para disminuir el margen de error causado por el retroceso, teniendo en cuenta las distancias establecidas (0 cm o contacto, 5 cm, 10 cm, 15 cm, 30 cm, 45 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm y 150 cm) se efectuó un total de 50 disparos. Posteriormente las muestras tomadas fueron embaladas y llevadas al laboratorio. Siguiendo los parámetros establecidos para el embalaje de este tipo de EMP Y EF.

Fase de laboratorio. Se adelantó el estudio en el Laboratorio de Balística de la Escuela de Investigación Criminal de la Policía Nacional, donde inicialmente se fijó fotográficamente cada recorte de tela posterior a ello se identificó y describió las características que presentó cada orificio de entrada, producto del disparo con arma de fuego tipo pistola Sig Sauer calibre 9X19 mm SP 2022 en tela de algodón (70% algodón, 30% poliéster). Empleando una lupa convencional, se realizó el conteo de los residuos de disparo con ayuda de una retícula según lo establece “Protocolo de Procedimientos para el Análisis Cualitativo de Residuos de Disparo Sobre Prendas de Vestir Impactadas por Proyectil Único, para la Determinación del Rango de Distancia de Disparo” la cual se sobrepuso en la tela impactada, teniendo en cuenta que el centro del plano cartesiano de la retícula quedara paralelo al punto medio del orificio de entrada, posteriormente se contó los residuos por cada cuadrante y anillo de la retícula y se registraron los datos obtenidos en tabla de Excel.

Fase 3. Análisis de resultados. Los datos consignados en la tabla de Excel fueron analizados y graficados teniendo en cuenta la distancia a la cual se realizaron los disparos y la distribución de residuos alrededor del orificio de entrada.

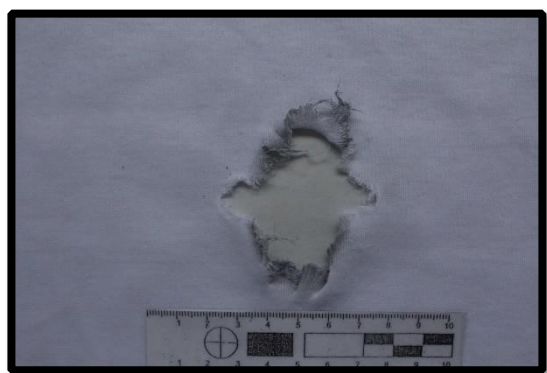
Resultado

Con base en los objetivos planteados se presentan los siguientes resultados:

Características que presenta el orificio de entrada, producto del disparo con arma de fuego tipo pistola Sig Sauer calibre 9mm SP 2022 en tela de algodón (70% algodón, 30% poliéster).

A continuación, se presentan las características dejadas en la tela impactada por proyectil único con arma de fuego tipo pistola Sig Sauer SP 2022 calibre 9 X19 mm donde se tomó una figura como referencia de las cinco muestras estudiadas respectivamente (Figura 1).

Figura 1. Disparos a contacto

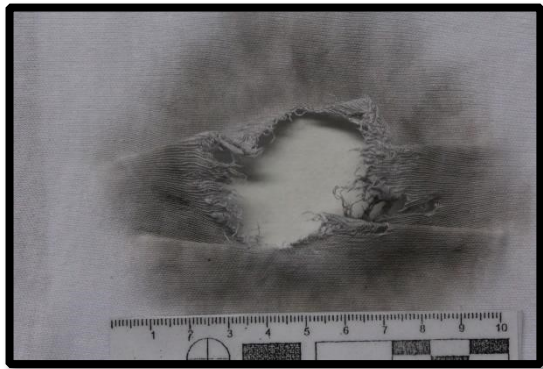


Fuente: grupo investigador, 2016

En la figura 1 se observa uno de los orificios de entrada con desgarro crucial y bordes irregulares, además presentan unas dimensiones en el plano X entre 5,3 cm y 6,8 cm, en el plano Y entre 5,0 cm y 6,3 cm evidenciando pérdida de material constitutivo debido a la fuerza intensa de los gases, así mismo, se evidencian los bordes del orificio con ahumamiento intermitente.

En la siguiente imagen se evidenciaron las características que dejó un disparo a 5 cm, donde se tomó como referencia una de las cinco muestras impactadas estudiadas respectivamente (Figura 2).

Figura 2. Disparos a 5 cm.

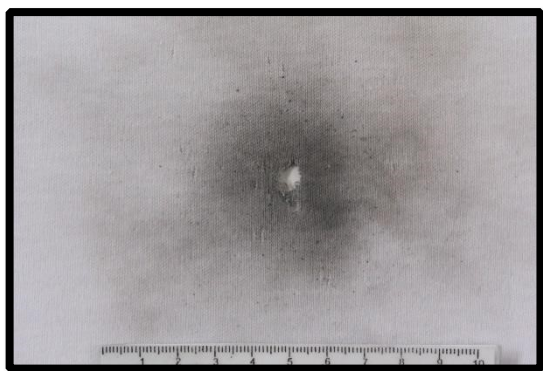


Fuente: grupo investigador, 2016

A la distancia de 5 cm se expone un orificio de entrada con bordes de forma irregular con unas dimensiones en el plano X de 3,4 cm y en el plano Y de 3,5 cm esta característica se produjo solamente en la muestra número 1, las características del orificio de entrada de la muestra 2 a la muestra 5 presentan unas dimensiones en el plano X que oscilan entre 0,5 cm y 0,7 cm y en el plano Y entre 0,8 cm y 1,0 cm así mismo en la periferia del orificio se observa un ahumamiento intenso con unas medidas en el plano X entre 10,3 cm y 12,5 cm y en el plano Y 10,5 cm y 12,5cm con presencia menuda de gránulos de pólvora que empiezan a ser evidentes a partir de esta distancia (Figura 2).

En esta imagen se encuentra un fragmento de tela impactada a una distancia de 10 cm, tomando un patrón de los cinco realizados con el cual se ilustraron las características que se presentan en ella. (Figura 3).

Figura 3. Disparos a 10 cm



Fuente: grupo de investigación, 2016

En la distancia de 10 cm se evidenció un orificio con bordes invertidos de forma alargada con unas dimensiones en el plano X entre 0,5 cm y 0,6 cm y en el plano Y entre 0,3 cm y 0,9 cm, se observa inmediato al orificio un ahumamiento intenso con algunas partes en degrade el cual tiene unas dimensiones en el plano X entre 12,2 cm y 13,3 cm y en el plano Y entre 12,5 y 14,2, acompañado de la presencia de gránulos de pólvora.

En esta imagen se encuentra una de las 5 telas impactadas a una distancia de 15 cm, tomada como muestra de las cinco realizada donde se ilustraron las características que se presentan en ella la (Figura 4).

Figura 4 . Disparos a 15 centímetros.



Fuente: grupo de investigación, 2016.

Se observa un orificio con bordes invertidos, de forma alargada con unas medidas en el plano X que ondean entre 0,4 cm y 0,6 cm y en el plano Y entre 0,8 cm y 0,9 cm de igual manera con un ahumamiento en el plano X que está entre los 11,5 cm y en el plano Y entre 13 cm y 16 cm; con presencia de gránulos de pólvora.

En esta imagen se encuentra la tela impactada a una distancia de 30 cm, tomando un patrón de los cinco realizados con el cual se ilustraron las características que se presentan a continuación. (Figura 5).

Figura 5 . Disparos a 30 cm



Fuente: grupo de investigación, 2016

A los 30 cm se encuentra un orificio con bordes invertidos, de forma ovalado con unas extensiones en el plano X entre 0,4 cm y 0,9 cm, en el plano Y entre 0,4 cm y 0,9 cm así mismo un ahumamiento tenue con unas dimensiones en el plano X entre 7,5 cm y 8 cm en el plano Y entre 7 cm y 11,5 cm también en la medida que va desapareciendo el ahumamiento se evidencio el anillo de limpieza, con presencia de gránulos de pólvora en la periferia del orificio.

En esta imagen se observa la tela impactada a una distancia de 45 cm, tomada como muestra de las cinco realizada, en la que se ilustraron las características que se presentan a continuación. (Figura 6).

Figura 6. Disparos a 45cm.

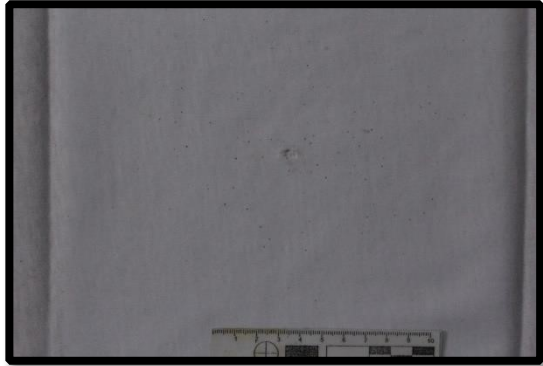


Fuente: grupo de investigación, 2016

Se observa un orificio con bordes invertidos, de forma circular con unas dimensiones en el plano X entre 0,4 cm y 0,8 cm, en el plano Y entre 0,8 cm y 0,4 cm, a partir de esta distancia hay ausencia del ahumamiento; se observa el anillo de limpieza y los gránulos de pólvora alrededor del orificio.

En esta imagen se observa la tela impactada a una distancia de 60 cm, tomando un patrón de los cinco obtenidos, la cual expone las características a continuación. (figura 7).

Figura 7. Disparos a 60cm.



Fuente: grupo de investigación, 2016

Se observa un orificio con bordes invertidos, de forma circular con unas dimensiones en el plano X entre 0,4 cm y 0,8 cm, en el plano Y entre 0,8 cm y 0,4 cm no hay presencia de ahumamiento, de igual manera se evidenció el anillo de limpieza y los gránulos de pólvora alrededor del orificio.

En esta imagen se observa la tela impactada a una distancia de 90 cm, que se tomó como patrón de los cinco realizados, con el cual, se ilustraran las características que se presentan a continuación. (Figura 8).

Figura 8. Disparos a 90 cm.

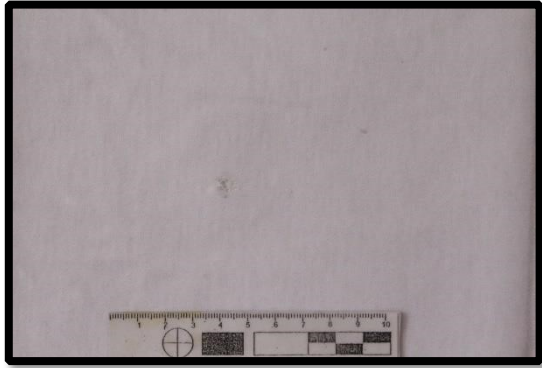


Fuente: grupo de investigación, 2016

Se expone un orificio de bordes invertidos de forma irregular de unas dimensiones en el plano X entre 0,4 cm y 0,7 cm, en el plano Y entre 0,5 cm y 0,8 cm donde no hay presencia de ahumamiento; se observa el anillo de limpieza y una partícula del encamisado perteneciente al proyectil.

En esta imagen se evidencia la tela impactada a una distancia de 120 cm, tomada como patrón de los cinco obtenidos, con el cual, se ilustrarán las características que se presentan a continuación. (Figura 9).

Figura 9 . Disparos a 120 cm.



Fuente: grupo de investigación, 2016

Se observa en la figura un orificio con bordes invertidos de forma irregular con extensiones en el plano X entre 0,4 cm y 0,6 cm, en el plano Y entre 0,4 cm y 10 cm, como también se aprecia el anillo de limpieza.

En esta imagen se expone la tela impactada a una distancia de 150 cm, la cual fue tomada como referencia de las cinco realizadas para ilustrar las siguientes características (Figura 10).

Figura 10. Disparos a 150 cm.



Fuente: grupo de investigación, 2016

En la figura anterior se aprecia un orificio con bordes invertidos de forma ovalada e irregular con unas medidas en el plano X entre 0,4 cm y 0,8 cm y el plano Y entre 0,4 cm y

0,7 cm, de igual manera se evidenció el anillo de limpieza, en esta distancia la cantidad de gránulos de pólvora es mínima (5 gránulos).

Características de los residuos de disparo generado por el paso de proyectil único a diferentes distancias.

En las prendas estudiadas las características de los residuos de disparo varían según la distancia, a contacto 0 cm la presencia de estos gránulos de pólvora, no es superior a 6 partículas dado a que el empalme entre la boca del arma de fuego y la superficie impactada no permite que haya una dispersión sobre la prenda, cabe resaltar que en las muestras 2, 3 y 4 se halló solamente 1 residuo de disparo.

En los 5 cm el cono de dispersión es reducido y los residuos de pólvora empiezan a quedar plasmados sobre la prenda en mayor cantidad hasta un máximo de 24 partículas, pero debido a la fuerza de los gases producidos por la combustión de la pólvora hace que la mayoría de los gránulos atraviesen la prenda y no se puedan alojar sobre esta.

Se encontró que a los 10 cm de distancia los residuos de pólvora están distribuidos uniformemente, hallando una igualdad entre la prenda número 3 y 4 en las cuales se presentó una cantidad de 116 partículas con un máximo de 179 en la prenda número 5, posteriormente a 15 cm los gránulos de pólvora aumentan hasta 299 y se ubican en toda la periferia del orificio de entrada, en esta distancia no se halló un valor con igual cantidad de partículas de pólvora. En la distancia donde los gránulos de pólvora presentaron un mayor aumento y concentración fue en el rango a 30 cm donde su cantidad fue de 459 residuos de pólvora sobrepasando todas las demás distancias.

A los 45 cm de distancia las características como la concentración y dispersión de los residuos de disparo en torno al orificio de entrada cambian, ya que se halló que los gránulos son más distantes y más dispersos, de igual forma la cantidad de estos empieza a disminuir localizando 273 residuos.

Continuando en los 60 cm se apreció, que no se repitió la misma cantidad de partículas en las prendas estudiadas a esta distancia, sin embargo, se observó que los gránulos de pólvora se encuentran más dispersos alrededor del orificio de entrada, como consecuencia a que el cono de dispersión es más amplio en este trayecto.

Por último, en las distancias a 90 cm, 120 cm y 150 cm; el conteo de los gránulos es mínimo, puesto que no es mayor a 68 partículas por prenda impactada, se halló un mínimo de 7 partículas por prenda impactada. Este efecto se debe a que los gránulos de pólvora semi

combustionados por circunstancias de ambiente, gravedad y las capas del aire, dificulta que dichas partículas lleguen con fuerza suficiente para alojarse alrededor del orificio de entrada.

Promedio de aparición de las características

Para desarrollar el promedio de aparición de las características de los residuos de disparo, se realizó el conteo de partículas de cada anillo, se hizo necesario efectuar un sumatorio total, obteniendo un resultado, se calculó un promedio por prenda. La primera evaluación se desarrolló en la prenda 1 con cada una de las 10 distancias (Tabla 1).

Tabla 1.

Promedio de residuo de disparo prenda 1

PRENDA No 1						
DISTANCIA	ANILLO 1 TOTAL	ANILLO 2	ANILLO 3	ANILLO 4	PROMEDIO	PROMEDIO
CONTACTO	4	1	0	0	5	1,25
5 cm	0	1	0	0	1	0,25
10 cm	50	43	6	2	101	25,25
15 cm	95	134	39	5	263	68,25
30 cm	133	136	63	17	349	87,25
45 cm	69	76	44	28	217	54,25
60 cm	33	60	41	24	158	39,50
90 cm	13	24	26	23	86	21,50
120 cm	3	1	4	6	14	3,50
150 cm	2	3	1	2	8	2

Fuente: grupo investigador, 2016.

En la tabla 1 se evidenció un comportamiento atípico respecto a la distancia a contacto y la distancia a 5 cm ya que se halló mayor cantidad en el promedio de la primera distancia donde lo

habitual sería que el promedio estuviera igual o mayor como se encontró en las demás muestras estudiadas.

A continuación, se presenta los promedios obtenidos en la prenda número 2 con los siguientes resultados (Tabla 2).

Tabla 2.

Promedio de residuo de disparo prenda 2

PRENDA No 2						
DISTANCIA	ANILLO 1	ANILLO 2	ANILLO 3	ANILLO 4	PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO PRENDA 2
CONTACTO	0	1	0	0	1	0,25
5 cm	9	5	2	1	17	4
10 cm	77	55	19	2	152	38
15 cm	117	158	22	2	299	74,75
30 cm	152	172	109	26	459	114,75
45 cm	68	92	63	47	270	67,50
60 cm	35	69	63	25	192	48
90 cm	14	14	21	19	68	17
120 cm	15	66	18	4,50	150	032271,75

Fuente: grupo investigador, 2016

Teniendo en cuenta los resultados presentados en la tabla 2, se pudo hallar que el promedio más alto de residuos de pólvora con relación a las demás prendas estudiadas se encontró en la distancia a 30 cm y en la prenda número 2, esto se debe a la amplitud del cono de dispersión puesto que hubo partículas ubicadas al momento del conteo fuera del margen que permite la retícula, por ende, no se tuvieron en cuenta.

En la siguiente tabla se presenta los promedios obtenidos en la prenda número 3 con los siguientes resultados (Tabla 3).

Tabla 3.

Promedio de residuo de disparo prenda 3

PRENDA No 3						
DISTANCIA	ANILLO 1	ANILLO 2	ANILLO 3	ANILLO 4	PROMEDIO TOTAL PRENDA 3	PROMEDIO
CONTACTO	0	1	0	0	1	0,25
5 cm	6	2	2	2	12	3
10 cm	44	62	10	0	116	29
15 cm	108	119	34	5	266	66,50
30 cm	136	159	89	31	415	103,75
45 cm	58	106	74	35	273	68,25
60 cm	23	45	37	18	123	30,75
90 cm	6	10	20	15	51	12,75
120 cm	0	1	3	3	7	1,75
150 cm	1	2	0	4	7	1,75

Fuente: grupo investigador, 2016

En la tabla 3 se encuentra que en las distancias de 120 cm y 150 cm aparece un promedio igual en la prenda número 3, este resultado se repite en la distancia a 150 cm de la segunda prenda impactada, con lo cual se puede observar que hay promedios que pueden llegar a repetirse en diferentes distancias.

A continuación, se presenta los promedios obtenidos en la prenda número 4 con los siguientes resultados (Tabla 4).

Tabla 4.

Promedio de residuo de disparo prenda 4

PRENDA No 4						
PROMEDIO	PROMEDIO	DISTANCIA	ANILLO 1	ANILLO 2	ANILLO 3	ANILLO 4 TOTAL PRENDA 4
CONTACTO	1	0	0	0	1	0,25
		3	4	1	24	6 5 cm
		50	9	4	116	29 16
		137	31	6	285	71,25 10 cm
		141	42	32	326	81,50 53
		80	80	29	210	52,50 15 cm
		74	46	21	175	43,75 111
		11	11	22	48	12 45 cm
		1	3	3	7	1,75 71
		3	6	11	24	6 60 cm
						34 90 cm
4						
120 cm	0					
150 cm	4					

Fuente: grupo investigador, 2016

Se presentó igualdad de promedios en las distancias de 5 cm y 150 cm tal como se observa en la tabla, la diferencia que puede distinguir las distancias radica en la cantidad de residuos de disparo que se encontraron en los anillos, como se puede observar a menor distancia las partículas se concentran en el primer anillo y a mayor distancia las partículas se depositaron en el anillo 4 siendo este el más lejano del orificio de entrada (tabla 4).

A continuación, se presenta los promedios obtenidos en la prenda número 5 con los siguientes resultados (Tabla 5).

Tabla 5.

Promedio de residuo de disparo prenda 5

PRENDA No 5						
DISTANCIA	ANILLO 1	ANILLO 2	ANILLO 3	ANILLO 4	PROMEDIO TOTAL PRENDA 5	PROMEDIO
CONTACTO	0	4	0	2	6	1,50
5 cm	3	2	1	0	6	1,50
10 cm	75	84	17	3	179	45
15 cm	132	111	25	6	274	69
30 cm	140	171	47	17	375	93,75
45 cm	64	76	38	31	209	52,
60 cm	26	37	36	39	138	35
90 cm	11	18	19	8	56	14
120 cm	2	2	2	4	10	2,50
150 cm	4	3	4	5	16	4

Fuente: grupo investigador, 2016

En la última prenda se puede evidenciar que, a contacto y a 5 cm, se generaron los mismos promedios, para diferenciar estas distancias se tuvo en cuenta, por medio de la observación, la distancia entre el orificio de entrada y la posición de los residuos de pólvora en la prenda, dado que, entre más distancia al momento de disparar, más apartados los residuos del orificio de entrada, así como se explicó en la figura 2.

Discusión

Con base en los resultados obtenidos en esta investigación se demostró la existencia de una característica en cuanto a la simetría del orificio de entrada a 0 cm o contacto el cual, al momento del impacto, por la acción de los gases y la forma de fabricación de la tela (trama) produce una rasgadura en forma de cruz denominada deshilachamiento crucial, por otro lado, en la misma distancia se evidenció una particularidad en los bordes del orificio como fue un ahumamiento interrumpido (Figura 1).

En la distancia de 5 cm se encontraron unos detalles circundantes al orificio de entrada, ya que a raíz de la potencia de los gases y la corta distancia se plasmaron pequeños orificios alrededor del mismo, dejando a la vez un ahumamiento intenso. Así mismo en las distancias entre 10 cm y 15 cm, se encontró un ahumamiento intenso alrededor del orificio de entrada el cual está mejor definido. A los 30 cm en cuanto al orificio de entrada se observa ahumamiento en degrade, sin embargo, en cuanto a los residuos de disparo a esta distancia se localizó la mayor cantidad de

gránulos de pólvora, por ende, este espacio entre la boca del arma de fuego y la superficie impactada sobresale respecto a las demás.

En 45 cm prevalecen los gránulos de pólvora en proporción menor a la distancia anterior, con una connotación de suma importancia, debido a que el ahumamiento ya no se presenta, el anillo de limpieza se observa mejor a partir de esta distancia, de igual manera es de anotar que por la débil potencia de los gases y la cobertura del cono de dispersión en las distancias de 60cm, 90cm, 120cm y 150 cm la cantidad de gránulos de pólvora disminuye significativamente.

En las distancias entre 0 cm y 5 cm se encuentran pocos gránulos de pólvora; se evidenció que por cada muestra impactada el promedio de residuos de disparo por prenda esta debajo de 10 (promedio). Con relación a esta característica se observó que en las distancias de 120 cm y 150 cm el promedio de residuos de disparo presente, también se encontró por debajo de 10, sin embargo, es posible hacer una diferencia entre estas distancias de disparo, debido a que en este último caso la dispersión de los gránulos de pólvora es mayor lo cual se convierte en una característica relevante para el análisis.

En conclusión, los disparos a contacto por efecto y la forma como se encuentra el arma de fuego con respecto al sitio a impactar los residuos se depositaron al interior y presentaron una baja concentración de partículas, pero las características propias dejadas sobre la zona como el deshílachamiento crucial, fácilmente permiten deducir la distancia sin necesidad de hallar residuos en la periferia del orificio de entrada. Por otra parte, las características físicas de “ahumamiento, gránulos de pólvora y forma del orificio” con mayor relevancia, se localizaron entre las distancias de 5 cm a 30 cm debido que el proyectil sale acompañado por los gases al momento de impactar. En las distancias posteriores las propiedades como, anillo de limpieza y gránulos de pólvora se encontraron mejor definidas y con menor intensidad.

El diámetro del orificio es mayor cuando la boca del arma de fuego está más cerca de la superficie impactada (0 cm a 5 cm), a medida que aumenta la distancia el diámetro del orificio disminuye, debido a que los gases y residuos de disparo llegan con menos potencia, pero si con la suficiente fuerza y concentración para formar el ahumamiento y además entre más distancia se observar que el anillo de limpieza está mejor definido.

Se recomienda complementar este tipo de estudio con el análisis químico de los residuos de disparo a fin de corroborar si los hallazgos macroscópicos son coincidentes con las pruebas químicas, así mismo se sugiere determinar cuál es la máxima distancia en que se pueden encontrar residuos de disparo con este tipo de tela.

De igual forma se sugiere efectuar el estudio en diferentes tipos de tela pero con la misma arma y munición, puesto que el color, dureza de las fibras, tipo, forma de fabricación pueden generar características diferentes a las encontradas en esta investigación, también se recomienda realizar una investigación, teniendo en cuenta los diferentes tipos de clima, las circunstancias de tiempo modo y lugar; así mismo, se recomienda disparar esta arma de fuego desde vehículos en movimiento y analizar si existe una variedad significativa en la morfología que presenta los residuos de disparo circundantes al orificio de entrada.

Agradecimientos

Se agradece a la Escuela de Investigación Criminal por aportar grandes conocimientos con sus buenos docentes al brindarnos la logística que contribuyó con la realización de esta investigación, al grupo de armamento de la Policía Nacional (GARMA) por brindarnos y facilitarnos su Polígono donde se realizaron las pruebas.

Referencias Bibliográficas

Andrés Felipe Jaramillo Ramírez, H. A. (Octubre de 2015). *Confrontación de residuos de disparo con y sin supresor de sonido en arma de fuego*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Escuela de Investigación Criminal

Carrera , R., Ruez, j., Villacorta, M., Chavieri, A., y Maguiña., j. (1999). *Concentración de pólvora para la determinación de la distancia de un arma de fuego*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Companhia Brasileira de Cartuchos. (2010). CBC. Recuperado de :
<http://intl.cbc.com.br/products/ammunitions/military/9x19-mm-parabellum>
Código de Procedimiento Penal. (31 de Agosto de 2004). Ley 906. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Diario Oficial.

Comité Interinstitucional de Criminalística Colombia. (1998 y 1999).. *Protocolo de procedimientos para el análisis cualitativo de residuos de disparo sobre prendas de vestir impactadas por proyectil unico para la determinacion del rango de distancia de disparo* . Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

Decreto Número 2535. (17 de diciembre de 1993). *Por el cual se expiden normas sobre armas, municiones y explosivos*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: imprenta y publicciones de las fuerzaas militares.

Dilon, J. (2003). *Firearm examiner training*. Recuperado de :
http://www.proyejects.nfstc.org/firearms/module12/fir_m12_t05_03_m.htm

Doyle, J. d. (2014). *firearmsID.com*.Recuperadodo de:
http://www.firearmsid.com/A_distanceGSR.htm

Garrido, A. (2015). *Criminalistica.mx*. Recuperado de:

<http://www.criminalistica.mx/areas-forenses/balística/1635-determinación-de-ladistancia-de-disparo-y-escena-del-crimen>

GmbH, J. S. (2016). *sig sauer*. Sig Sauer SP 2022 recuperado de:

https://www.sigsauer.com/upFiles/CmsContent/documents/SIG_SP2022MiniManuaI1600097REV01_LR.pdf

Guzman, C. A. (2000). *Manual de Criminalística*. Buenos Aires: Ediciones La Rocca.

Hernandez Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la investigación quinta edición*. México: McGRAW-HILL.

Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C. y Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación sexta edición*. México: McGRAW-HILL.

Larrea , j. c. (2005). *Manual de armas y de tiro*. Buenos Aires: editorial universidad.

Leland S Ness, A. G. (2010-2011). *Jane's Ammunition Handbook*. Mixed Sources.

Locles, R. J. (2005). *Tratado de Balística*. Buenos aires: Ediciones la Roca.

Romero Anturi, J. N. (2014). *Distacia de disparo y su interpretación frente a la conducción de hostilidades en el conflicto armado colombiano*. Revista Científica General Jose Maria Cordova, p 292.

Luque S, G. (2006). *Heridas penetrantes por armas de fuego en el sistema nervioso central*. Primera parte: aspectos históricos y nociones de balísticas. Revista Med, p 136.

Manual de Procedimiento para Cadena de Custodia. (21 de junio de 2016). *Resolución 0-1874*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

Manzur, G. A. (1985).. *Balística forense su importancia en medicina*. Veracruz, Mexico: Universidad de Veracruz.

Medrano, A. R. (abril de 2004). *Desarrollo, validación de un método analítico para la determinación de residuos metálicos de disparo de arma de fuego mediante ICP-OES y su aplicación en la química forense*. Nuevo León, Monterrey, Mexico:

Universidad Autónoma de Nuevo León.

Morales Trujillo, L. J., & Riaño Casallas, O. (2015). *Tomo III investigación*. Bogotá: Sigma.

Moreno Ruiz, M. D. (2008). *Balística Teoría y Practica*. Bogotá: Temis.

Nación, F. G. (23 de Agosto de 2014). *www.fiscalía*. recuperado de:

<http://www.fiscalía.gov.co/colombia/noticias/preso-coronel-de-la-policia-por-caso-grafit/>

NoticiasRCN.com. (21 de enero de 2015). *noticias rcn.com*. Recuperado de:

<http://www.noticiasrcn.com/nacional-bogota/detalles-del-tiroteo-uno-los-edificiosmas-custodiados-del-pais>

Oliveros Ruiz, D. A., & Gomez casseres Rangel, E. (2011). *Evaluación de un método alternativo para la identificación de residuos de disparo en tela impactada por proyectil unico*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Escuela de Investigación Criminal.

Oviedo Cardona, R. d. (2008). *Criminalística aplicada al lugar de los hechos*. Bogotá:

Tecnigraficas Bernal.

Rivera Rodríguez, S. I. (12 de diciembre de 2013). *Elaboración de referencias de rangos de distancia de disparo*. san salvador, universidad de el salvador sistema bibliotecario. Recuperado de: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5155>

Rodrigo, A.(27 de abril de 2016). *Rodrigoavilat.comnoticias*. Recuperado de:

<http://www.rodrigoavilatv.com/index.php/component/k2/item/1678-un-policia-fueasesinado-y-otro-herido-en-pueblo-tapao-quindio>

Rodrigues, J. (30 de abril de 2015). *Residuos de disparo una vía de identificación de calibres de arma de fuego incriminadas en delitos de homicidio*. valencia, venezuela: universidad de carabobo.

Rodriguez, S. I. (Enero de 2006). *Elaboración de referencia de rangos de distancia de disparo*. San Salvador, El Salvador : Universidad del Salvador.

Ruiz Moreno, M. D. (2016). *Balística teoría y practica segunda edición*. Bogotá: temis.

Asamblea Nacional Constituyente. (1991). *Costitución Política de Colombia*. Bogotá,

Cundinamarca, Colombia.

Sierra Torres, G. (2009). *Fundamentos de criminalística y ciencias forences*. Bogotá:

Leyer.

Silva, M. C. (2009). *Residuos de Disparo: Analisis de selección mediante espectroscopia de descomposición inducida por lazer*. Revista de la sociedad Química de Brasil , 1888.

Valencia Ruiz, G. C. (21 de noviembre de 2012). *Procedimiento alterno para la identificacion del rangode distancia de disparo en tela tipo dacron impactada por proyectil .38 special*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Escuela de Investigación Criminal.

Vidrio, O. C. (2007). *Balística técnica y Forense*. Buenos Aires: Ediciones la Roca.



Capítulo IV

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ORIFICIO DE ENTRADA Y RESIDUOS DE DISPARO GENERADOS A
DIFERENTES DISTANCIAS CON ESCOPETA MOSSBERG 590 MUNICIÓN FEDERAL CALIBRE 12
POSTAS**

Resumen

En la actualidad, la problemática social de Colombia ha ido en aumento, puntualmente en el ámbito delincriminal, quienes han utilizado la escopeta como insumo principal para llevar a cabo sus actividades ilícitas. Por lo que se plantea como objetivo de investigación determinar las características físicas del orificio de entrada y residuos de disparo generados a diferentes distancias con escopeta Mossberg modelo 590, empleando munición federal calibre 12 con postas cobrizadas, sobre tela tipo dacron. Para lo cual se desarrolló un tipo de investigación descriptivo, por lo que se empleó un análisis físico y estadístico con el que se revisó la información disponible de forma univariada y su relación en términos de frecuencias respecto a las distancias del disparo, lo que permitió establecer que de la totalidad de las postas en las prendas impactadas, nueve orificios presentan mayor frecuencia de aparición, y el orificio dos, tres y seis presentan menor frecuencia, concluyendo que existe una variabilidad en la aparición del número de orificios en diferentes distancias, donde a 150 m aún se observan múltiples impactos. Se identificó con las dimensiones del pistón de potencia tomando como referencia los ejes X y Y, que dicho elemento acompaña efectivamente el conjunto de las postas hasta los 15 m.

Palabras claves: Dispersión, Postas, Distancia

Abstract

At present, the social problems of Colombia has been increasing, specifically in the criminal field, those who have used the shotgun as the main tool to carry out their illegal activities. therefore it arises as research objective determine the physical characteristics of the inlet opening and gunshot residue generated at different distances with Mossberg shotgun model 590, using federal ammo 12 caliber with jacketed slugs, on canvas type dacron. For which it developed a type of descriptive research, so a physical and statistical analysis with the information available univariate and their relationship in terms of frequencies regarding distances revised shot was used, thus allowing for establish that all of the slugs cartridge, Nine is the hole presents greater frequency, and hole two three six presents less frequently, concluding that there is variability in the appearance of the number of holes in different distances, where 150 m even observed multiple impacts, similarly, It was identified with the dimensions of the power piston taking as reference the axes X and Y, that element effectively accompanies the set of the slugs up to 15m.

Key words: dispersión, postas distance

Introducción

En el país en los últimos años se ha evidenciado la problemática social, en el ámbito delincriminal donde se ha visto involucrada el arma de fuego tipo escopeta, en diferentes delitos, esta es un arma de fuego muy llamativa para la delincuencia, es de gran acogida por sus características de diseño y constitución, siendo la finalidad de su creación un arma de defensa o de caza; también se practicaba el tiro al plato, ya que la munición empleada son cartuchos de carga múltiple.

En este sentido, se utiliza esta arma de fuego para la comisión de diferentes delitos, donde el daño ocasionado sobre las superficies impactadas por la dispersión de sus proyectiles depende según Tuslances (2012) de:

La distancia al disparar, el peso y constitución de los perdigones y el estrechamiento del cañón de la escopeta hacia la boca de salida, influye notablemente en la forma y en la penetración del plomeo y puede permitir un (relativo) alargamiento del tiro (p. 84).

Lo anterior permite ser de gran acogida por los delincuentes, los cuales aprovechan el impacto que causa esta arma para generar temor y cometer cualquier actividad delictiva.

Dado que existen escasos estudios en el contexto colombiano sobre el tema de características físicas del orificio de entrada y residuos de disparo, por el método de observación de la dispersión de postas, se hace necesario generar proyectos de investigación académicos sobre el mismo.

Hoy en día la delincuencia busca desviar las investigaciones con casos relacionados a hechos delictivos donde se haya utilizado este tipo de arma como lo es la escopeta Mossberg, la cual ha sido suministrada por la Policía Nacional a los miembros de su institución. Debido a la cantidad de armas de este tipo las cuales son manipuladas por personal de la institución, es que se hace necesario generar un proyecto de investigación ya que el perito en balística al no contar con información de referencia sobre el particular y estudios prácticos y descriptivos con este tipo de arma, no posee un respaldo técnico científico lo cual le ocasiona dificultad en la sustentación de un dictamen pericial ante un estrado judicial, donde se pueda ver involucrado un compañero en su procedimiento policial con este tipo de arma escopeta Mossberg 590.

Dentro del contexto colombiano las cifras obtenidas por el Centro de Investigaciones Criminológicas de la Dirección de Investigación Criminal de la Policía Nacional de Colombia, señalan que para el año 2013 ocurrieron en el país 11.497 homicidios por arma de fuego; en el año 2014, 9.531 y en el 2015, 9.022; también se discriminó la cantidad de estos homicidios en los que se empleó escopeta, en el que para el 2013 se registraron 40 homicidios, con arma de fuego tipo escopeta y 1 homicidio con escopeta de fisto, en el 2014 se presentaron 48 homicidios con arma de fuego tipo escopeta y 2 homicidios con arma de fuego tipo escopeta de fisto y para el

año 2015 acontecieron 34 homicidios, de los cuales 22 fueron con escopeta y 12 con arma de fuego tipo escopeta de fisto (Centro de Investigación Criminológicas, 2015).

Las anteriores cifras establecen la importancia de generar estudios que permitan dar claridad a aquellos casos de homicidio donde se involucren esta clase de armas, precisando la reconstrucción de la escena de un crimen a partir de los datos referentes a las características de dispersión de las postas y el orificio de entrada del pistón de potencia.

A partir de la referenciación realizada en la literatura científica se logró identificar en Colombia un estudio del físico, John Cruz y Rodrigo Vicencio (2002), denominado “Análisis de trayectoria balística y determinación de rango de distancia de disparo en arma de fuego de anima lisa”, quienes realizaron un manual de referencia cuyo objetivo fue estudiar los efectos físicos y hallazgos químicos en orificios causados por munición de carga múltiple, marca INDUMIL calibre 12, donde lograron reportar la dependencia directa entre el aumento de la dispersión de las postas, con las distancias de disparos considerados, lo anterior se tomó como referencia para el análisis de resultados.

De acuerdo con Cibrian (2007), quien logró identificar los valores de forma significativa sobre la dispersión de proyectiles múltiples, disparados con escopeta de diferentes calibres 20,16,12, los resultados demuestran que la dispersión de los proyectiles se encuentra influenciada por el criterio de tamaño y cantidad de la carga de los proyectiles, así como por la longitud del cañón del arma utilizada, observándose que a menor diámetro de las postas esféricas estas ofrecerán menor resistencia al aire, dando lugar a la apertura de la diseminación de las mismas.

Según Ruíz (2016), “el rango de distancia de disparo, corresponde a la medida que puede darse entre la boca de fuego del arma y el cuerpo u objeto impactado” (p. 118), en coherencia con lo anterior, el rango de distancia de disparo es la distancia que tiene el tirador al objetivo.

De acuerdo con Caproso (2013), la distancia efectuada al realizar un disparo con arma de fuego, puede ser estimada con cierto grado de precisión conforme las características físicas del orificio de entrada. Por ende “el disparo es la operación por la que un arma de fuego lanza su carga al espacio libre” (The free dictionary, 2007, p.7).

Es importante aclarar que según Zuluaga (2000):

El disparo se produce al momento que la aguja percutora golpea el fulminante produciendo la iniciación del propelente el cual es conducido hacia la pólvora originando su deflagración, que a

su vez genera los gases que ejercen presión y expulsan el proyectil al espacio libre con velocidad, fuerza y dirección (p. 63).

Según Larrea (2005), “la escopeta es un arma de hombro, con uno o dos cañones de anima lisa que normalmente se emplea utilizando cartuchos de carga múltiple que pueden contener perdigones o postas” (p. 64).

En cuanto al arma que ocupa esta investigación, la escopeta Mossberg es técnicamente la Modelo 590, el diseño del depósito tubular tiene un guardamonte, un seguro de polímero y un cañón estándar. La capacidad total de munición (incluyendo una en la recámara) es de nueve (9) cartuchos de 70 mm (2-3/4 pulgadas), u ocho (8) cartuchos de 76 mm, (3 pulgadas) (recámara), tipo de accionamiento manual (pump action que traduce a bomba), calibre 12, (recámara de 76 mm longitud del cañón 45 y 500 mm, son las más comunes), el accionamiento es de forma manual viene con culata plegable y empuñadura según el gusto y la finalidad de uso del operador” (Weir, 2016, párr, 2 - 9). Esta información se puede ver a través de la tabla 1, en la cual se presenta la ficha técnica de la escopeta mossberg modelo 590.

Tabla 1

Ficha técnica escopeta Mossberg modelo 590.

Escopeta Mossberg modelo 590	
Calibre	12 Gauge
Capacidad	7 cartuchos
Longitud del cañón	18.5 pulgadas
Cañón	Full choke
Peso	7,25lb
Longitud total	41 pulgadas

Fuente (Mossberg, s.f.)

Se entiende “por munición, la carga de las armas de fuego necesaria para su funcionamiento y regularmente está compuesta por vainilla, fulminante, pólvora y proyectil (Colombia, Ministerio de defensa” 1993, párr, 179).

En cuanto al calibre:

“El calibre es el diámetro interno que tiene el tubo de un arma de fuego por el cual sale una bala. Este diámetro es una de las variables que define el tipo de armamento, por lo que también se establece el diámetro del proyectil que esta expide” (Concepto de definicion, 2015, párr. 1).

En el texto Historia de las armas, escrito por Blanco (2009) se establece que “los calibres de las municiones se refiere al diámetro de la bala, y se puede expresar en pulgadas que es como lo acostumbran a llamar los estadounidenses o en milímetros que es como acostumbramos los latinoamericanos” (párr,1).

En el ejercicio de la pericia suele emplearse dos procedimientos para referenciar el calibre de las armas de fuego, “se sabe que existen dos diámetros al interior de los cañones los cuales son Groove que quiere decir real y el otro es Land, siendo calibre nominal” (Larrosa, 2011, p. 6-7). Ruiz (2016) en su libro *teoría y práctica*, “define el calibre real como el obtenido de la medición del diámetro interior del ánima del cañón” (p. 41).

Esta denominación Hace referencia a la distancia existente en el interior del cañón, y es el diámetro entre los puntos antagónicos del mismo, para que se entienda, se toma una medida entre macizo a macizo, que se expresa en milímetros cuando se formula el sistema métrico decimal y en centésima y milésima de pulgada cuando se utiliza el sistema anglosajón de pesos y medidas” (Maclantarón, 2001, párr. 5).

Para entender un poco mejor las conversiones anteriormente mencionadas, es necesario referirse al sistema métrico decimal y al sistema anglosajón. “El primero hace referencia a las medidas que se derivan del metro, siendo su unidad fundamental y sus medidas se aumentan o disminuyen de acuerdo con las potencias de 10 cm” (Maclantaron, 2001, párr. 8).

En lo que refiere al sistema anglosajón este es empleado por los norteamericanos “ya que sus medidas son dadas en centésimas y milésimas de pulgada, es aquí donde corresponde el resultado matemático de convertir milímetros a pulgadas o pulgadas a milímetros” (Malta, 2016, párr. 1).

El “calibre nominal es el que ha sido dado por la casa fabricante, su forma de medición es mediante la distancia entre estría a estría, o en la parte interna de la boca del cañón del arma” (Abadini, 2013, párr.15).

En coherencia con lo anterior:

“el calibre de la escopeta se determina de acuerdo con el número de esferas macizas presentes en el ánima del cañón, lo que equivale a una libra de plomo. Es por ello que a menor número de postas o perdigones mayor es el calibre, un ejemplo es el calibre 16 que es más chico que el 12, ya que ingresan 16 esferas equivalente a una libra de plomo” (Tagliafico, 2008, párr. 4).

Según Gil Borrallo en 2013:

La cartuchería en las armas de fuego con cañón de anima lisa es designada con base en el resultado de dividir una libra inglesa, es decir, el calibre 12 es aquel cuyo diámetro corresponde a una bala esférica, que pesa la doceava parte de una libra de plomo fundido, con la que se obtienen doce esferas de igual tamaño p. 598).

Teniendo claridad frente a los conceptos anteriormente desarrollados es preciso retomar los aspectos legales en lo que refiere a armas de fuego, planteándose mediante el Decreto 2535 de 1993 en su título dos “Armas” y capítulo uno “Definición y Clasificación”, de igual forma en su artículo sexto aclara que:

“las armas de fuego, son las que se emplean como agentes impulsores de proyectiles, a partir de la fuerza creada por expansión de los gases producidos por la combustión de una sustancia química” [...]. “Así mismo, las armas pierden su carácter, cuando son total y permanentemente inservibles y no sean portadas” (Colombia, Ministerio de Defensa, 1993, párr. 8).

Es pertinente mencionar que el estado colombiano se ha pronunciado a través de la ley 599 del 2000 mediante su artículo 365, que refiere a “Fabricación, tráfico, porte o tenencia de armas de fuego, accesorios, partes o municiones”, modificado por el artículo 19 de la ley 1453 de 2011, que dice:

“Quien 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, incurrirá en prisión de nueve (9) a doce (12) años” (Colombia, Congreso de la República, 2011, párr. 62).

En la misma pena incurrirá cuando se trate de armas de fuego de fabricación hechiza o artesanal, salvo las escopetas de fisto, muy empleadas en zonas rurales del país. Las penas anteriormente mencionadas se duplicarán cuando las conductas se cometan en las siguientes circunstancias:

“1. utilizando medios motorizados; 2. Cuando el arma provenga de un delito; 3. Cuando se oponga resistencia en forma violenta a los requerimientos de las autoridades; 4. Cuando se empleen máscaras o elementos similares que sirvan para ocultar la identidad o la dificulten; 5. Obrar en coparticipación criminal; 6. Cuando las armas o municiones hayan sido modificadas en sus características de fabricación u origen, que aumenten su letalidad y 7. Cuando el autor pertenezca o haga parte de un grupo de delincuencia organizada” (Colombia, Congreso de la República, 2011, párr.64).

Tomando en consideración el contexto anteriormente planteado, se genera la siguiente pregunta de investigación, ¿cuáles son las características físicas del orificio de entrada y residuos de disparo generados a diferentes distancias con escopeta Mossberg modelo 590, empleando munición federal calibre 12 con postas cobrizadas, sobre tela tipo dacron?.

Sin duda esta investigación respaldará y brindará credibilidad en los dictámenes que se presenten ante un juez, ya que se soportó mediante evidencia técnico científico, por lo cual se planteó como objetivo de estudio, determinar las características físicas del orificio de entrada y residuos de disparo generados a diferentes distancias con escopeta Mossberg modelo 590, empleando munición federal calibre 12 con postas encamisados, sobre tela tipo dacron.

Método

Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo descriptivo, ya que se buscó a partir del análisis físico establecer las características de los residuos de disparo generados a diferentes distancias con escopeta Mossberg modelo 590, empleando munición federal calibre 12 con postas cobrizadas, sobre tela tipo dacron, lo anterior se fundamenta en la descripción dada por Hernández y colaboradores (2014), quienes indican que un estudio con estas características es aquel que realiza la descripción de un objeto, una persona o un fenómeno.

Variables de estudio. Se tomaron como variables las características físicas dejadas en el orificio de entrada y residuos de disparo en la tela dacron producidos por la dispersión de las postas y el pistón de potencia, efectuados con la escopeta Mossberg Modelo 590.

Participantes

Para la selección de la muestra se recibió la donación de munición por parte de la Escuela de Investigación Criminal, representada en setenta y dos (72) cartuchos calibre 12 Gauge marca Federal fabricación estadounidense. El muestreo aplicado fue de tipo no probabilístico sobre sujetos voluntarios, dado que la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las condiciones que permiten hacer el muestreo (Scharager y Armijo 2001).

Instrumento

Para la recolección de la información se elaboró y diligenció una tabla dinámica diseñada en el programa Excel. Una vez obtenidos los datos, fueron procesados mediante el software R versión 3.3.1 con el uso del editor R studio; inicialmente se realizan descripciones de las variables a partir de funciones básicas, mediante el uso de modelos lineales generalizados y la función Glm se pudo encontrar el valor de los coeficientes del modelo que asocia la velocidad con la dimensión del conjunto.

Procedimiento

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

Fase 1. Campo. Se identificó la cantidad de cartuchos de carga múltiple calibre 12 Gauge necesarios para realizar el análisis. Se efectuó el procedimiento de disparo usando la escopeta Mossberg modelo 590, con la que se impactó telas de color blanco con un tamaño de 40 x 40 cm, el cual se aumentó progresivamente de acuerdo a las distancias comprendidas a 0m, 0.50m, 1m, 2m, 3m, 5m, 7m, 9m, 10m, 10.50m, 11m, 11.50m, 12m, 12.50, 13m, 13.50, 14m, 14.50, 15m, 50m, 60m, 100m y 150m, por cada distancia se realizaron 3 disparos para un total de 69 cartuchos empleados, lo que permitió determinar si hay alguna variación en cada impacto o llegase a presentar el principio de reproducibilidad. Esta actividad fue realizada en el polígono del grupo de armamento de la Policía Nacional y en el Batallón de Artillería del Ejército Nacional ambos ubicados en la ciudad de Bogotá.

Fase 2. Laboratorio. Las muestras fueron llevadas a la zona analítica del laboratorio de balística de la Escuela de Investigación Criminal, donde se realizó la medición de la dispersión de los residuos de disparo empleando una retícula de anillos concéntricos, la cual se colocó en el punto

medio del orificio de entrada, y a su vez se realizó la medición de la dispersión de las postas sobre las telas.

Con el propósito de iniciar el análisis de fijación fotográfica a cada una de las prendas, describiendo las dimensiones y formas de los orificios, también se tomaron las distancias de la dispersión de los proyectiles, lo cual se denomina conjunto, se repitió este procedimiento con las demás telas restantes.

Fase 3. Análisis de resultados. Se insertaron los datos obtenidos de las observaciones de la dispersión en la tabla dinámica de Excel, lo que permitió desarrollar las interpretaciones de resultados mediante el software R versión 3.3.1 con el uso del editor estudio.

Resultados

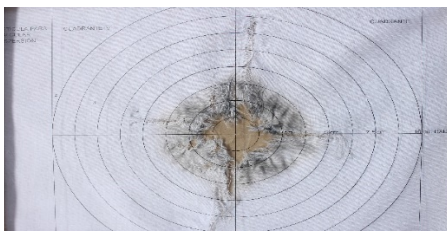
Los resultados presentados se desarrollaron en función de los objetivos planteados, durante el análisis de las características físicas del orificio de entrada generadas a diferentes distancias por la escopeta Mossberg, calibre 12 Gauge con munición federal.

Características físicas del orificio de entrada generado por el impacto de disparo con el arma de fuego tipo escopeta Mossberg Modelo 590 munición federal, calibre 12 postas cobrizadas

A partir de los resultados obtenidos en laboratorio se logró observar que presentan múltiples orificios de diferentes formas como lo son:

Crucial. Siendo éste un orificio que deja una forma de cruz. Distancia de disparo de 0 m. se representa en la, (Figura 1.)

Figura 1. Orificio crucial



Fuente: Grupo investigador, 2016.

Irregular. Es un orificio no uniforme en cuanto a los rasgos que caracteriza. Distancia de disparo a 3m, se representa en la, (Figura 2).

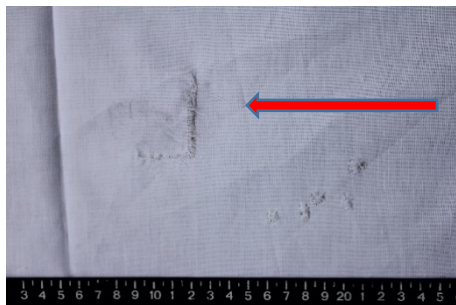
Figura 2. Orificio irregular



Fuente: Grupo investigador, 2016.

En Ele: Es el orificio que presenta una rasgadura en forma de L distancia de disparo a 12 m, se representa en la, (Figura 3).

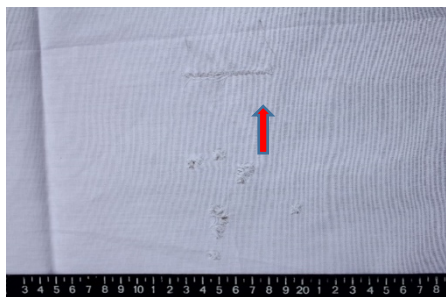
Figura 1. Orificio en forma de L



Fuente: Grupo investigador, 2016

Longitudinal: siguiendo el sentido o dirección de la longitud de lo que se expresa distancia de disparo a 12.50 m, se representa en la, (Figura 4).

Figura 4. Orificio en forma longitudinal



Fuente: Grupo investigador, 2016.

Una vez identificadas las formas de los orificios generados por el arma de fuego tipo escopeta Mossberg 590, se logró establecer que las cuatro características de forma prevalecientes son crucial, irregular, en ele y longitudinal.

Además de las características de forma se analizó las frecuencias de aparición de los números de orificios, obteniéndose resultados que hacen necesario generar una descripción de los datos disponibles a través de un análisis estadístico básico.

En esta primera etapa se revisó la información disponible de forma univariada y su relación en términos de frecuencias respecto a la distancia del disparo.

Número de orificios. El número de orificios es una variable no asimétrica, en la mayoría de disparos, los valores del número de orificios que se observaron con más frecuencia tienden a presentar valores próximos a un orificio o valores cercanos a nueve orificios. Esta información se puede ver a través de la tabla 2, en la cual se presenta la frecuencia de ocurrencia de cada uno de los números de orificio y la figura 5 permite entender este comportamiento.

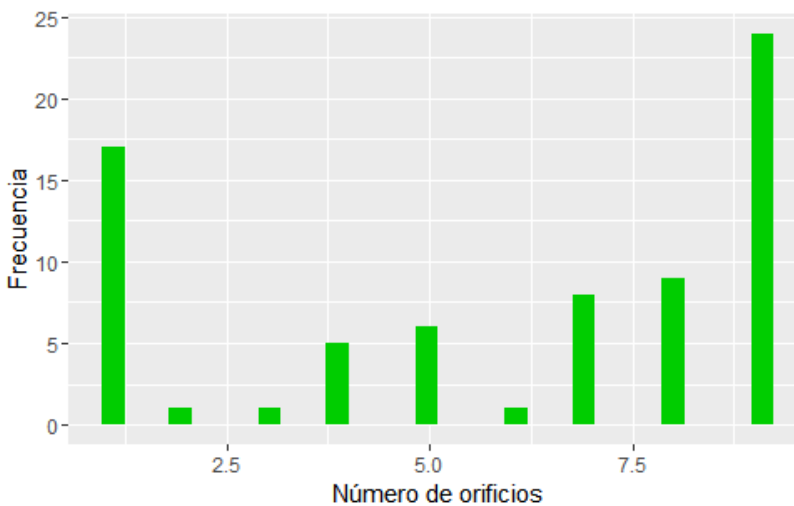
Tabla 2.

Frecuencias del número de orificios en los disparos realizados

Número de orificios	Frecuencia
1	17
2	1
3	1
4	5
5	6
6	1
7	8
8	9
9	24
Total	72

Fuente: grupo investigador, 2016

Figura 5. Frecuencias del número de orificios en los disparos realizados



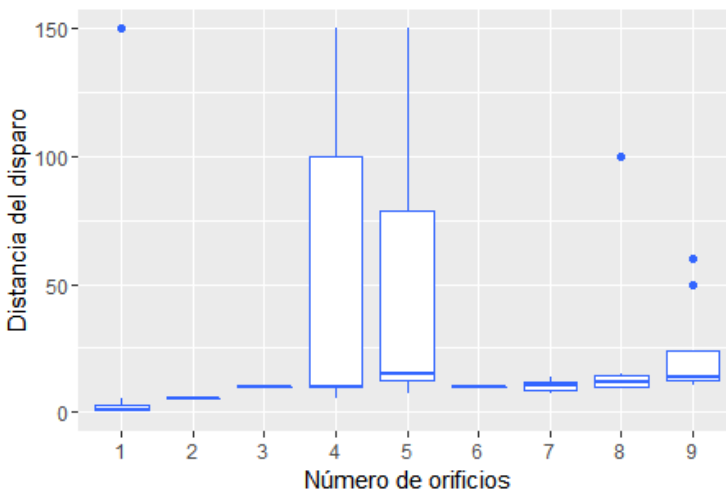
Fuente: grupo investigador, 2016.

De acuerdo a los resultados se pudo establecer que el orificio nueve es el que presenta mayor frecuencia de aparición y el orificio dos, tres y seis presenta menor frecuencia, lo que permite determinar que existe una variabilidad en la aparición de número de orificios en diferentes distancias.

Distancia de disparo a partir del análisis de las características físicas en las prendas impactadas con el arma de fuego tipo escopeta Mossberg Modelo 590, munición federal, calibre 12 postas encobrizado.

Para tener una idea general de cómo se comporta la distancia del disparo respecto al número de orificios que quedan después del impacto, esto se comparó a través de un diagrama de cajas (Figura 6).

Figura 6. Distancia de disparo respecto al número de orificios



Fuente: grupo investigador, 2016.

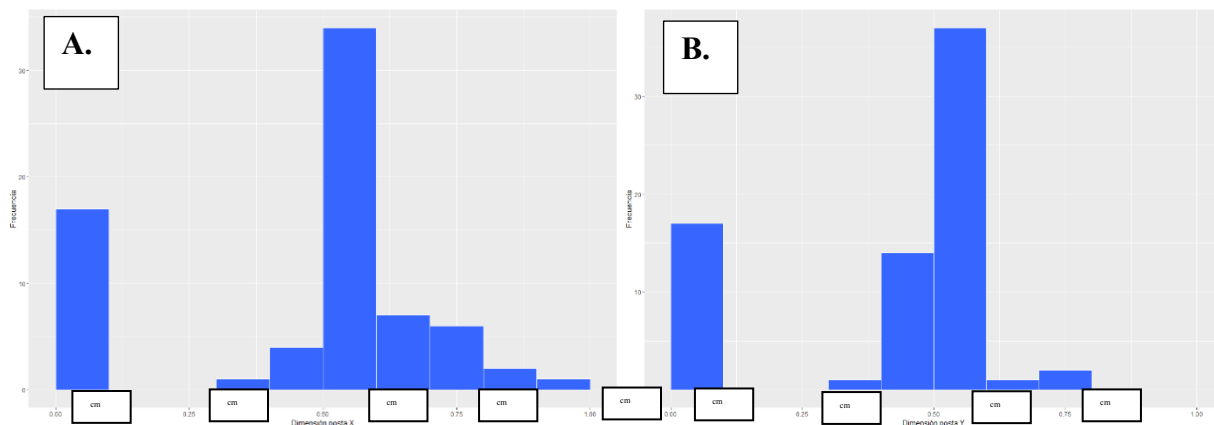
Se pudo evidenciar en la figura 6 que los disparos donde se observaron 4 y 5 orificios las distancias toman valores dentro de todo el rango establecido para el trabajo. De igual manera también se observó que los disparos realizados a distancias cortas tienden a presentar valores menos variables en el número de orificios.

Cono de dispersión de las postas (en conjunto) a diferente distancia con el arma de fuego tipo escopeta Mossberg Modelo 590, munición federal, calibre 12 postas encobrizado.

Para lograr establecer el cono de dispersión de las postas a diferente distancia con el arma de fuego tipo escopeta Mossberg Modelo 590, munición federal, calibre 12 postas encobrizado, se hace necesario analizar la dimensión y dispersión de las postas. Así mismo fue necesario establecer el comportamiento del pistón de potencia.

Dimensión postas. El análisis del comportamiento de las postas se realizó teniendo en cuenta el tamaño de la dispersión de los orificios. Este tamaño es representado por dos variables las cuales miden dicha amplitud en los ejes horizontal y vertical: x y y respectivamente (Figura 7).

Figura 7. Dimensión de las postas.



A. Siendo la dimensión en X. B. Siendo la dimensión en Y.

Fuente: grupo investigador, 2016.

En la tabla 3 se presentan las dimensiones de acuerdo a los ejes X y Y, en función del tamaño de los orificios, siendo mínimo, mediano, media y máximo.

Tabla 3.

Relación entre el tamaño de las postas y la distancia

	Posta			
	Dimensión X		Dimensión Y	
Mínimo	0.0	cm	0.0	cm
Mediana	0.6	cm	0.6	cm
Media	0.4903	cm	0.4431	cm
Máximo	1.0	cm	0.8	cm

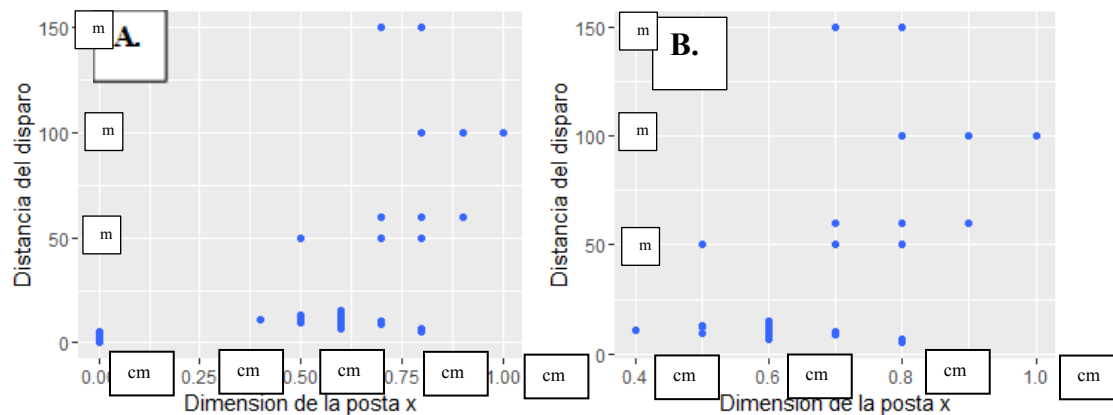
Fuente: grupo investigador, 2016.

Lo anterior permite establecer que el tamaño del orificio más frecuente en esta investigación se encuentra en el margen de diámetro de 0,4 a 0,6.

Con el fin de analizar la relación entre el tamaño de las postas y la distancia, se empleó una gráfica de puntos en el que se compararon las distancias de disparo contra las dimensiones.

Para la posta x, la figura 8 en la distancia contra la dimensión de la posta muestra una relación directamente proporcional entre las dos. Lo anterior significa que entre más grande la distancia de disparo, la dispersión de marcas en el objetivo es mayor y este comportamiento se mantiene a lo largo de la distancia de tiro, concentrando las observaciones en la región de la distancia efectiva de la escopeta se presenta en la (Figura 8).

Figura 8. Dimensión de las postas en X



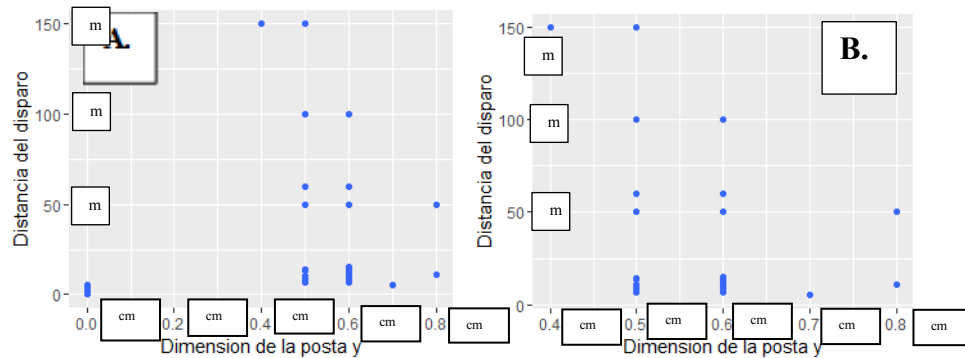
A. Siendo en X dimensiones entre 0 cm y 1 cm. B. dimensiones entre 0.4 cm y 1cm.

Fuente: grupo investigador, 2016.

Respecto a la distancia efectiva de la escopeta, la figura 8 indica que para el eje x es de 25 metros, lo cual se puede validar con el manual de propietario de la escopeta Mossberg 590, el cual indica que la “distancia efectiva bajo condiciones ambientales promedio es de 30 yardas (27,432 metros)” (O.F MOSSBERG & SONS, INC, s.f. p. 23).

Para el eje y, se observa que en la mayoría de los datos se obtienen dimensiones de la posta entre 0.5 y 0.6 cm a lo largo del rango de distancia de disparo. Esto obedece nuevamente al alcance efectivo de la escopeta, ya que estas observaciones se acumulan en distancias de tiro menores a 25 metros (Figura 9).

Figura 9. Dimensión de las postas en Y.



A. Siendo en Y dimensiones entre 0 cm a 0.8 cm. B. dimensiones entre 0.4 cm a 0.8 cm.

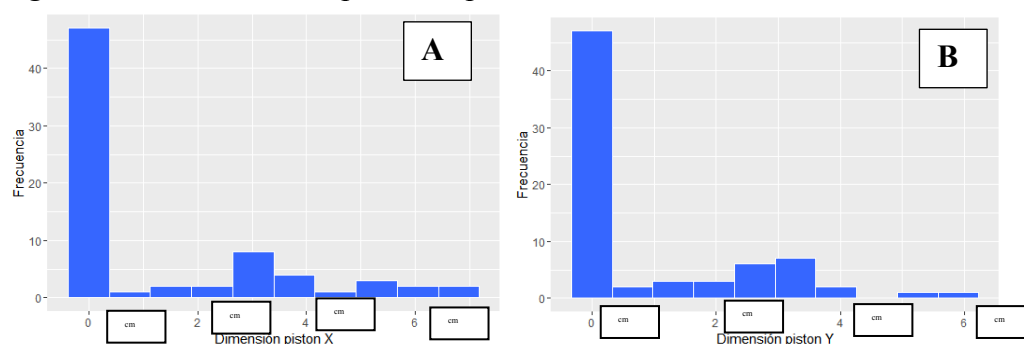
Fuente: grupo investigador, 2016.

Adicionalmente, para las distancias largas se obtienen las siguientes observaciones: las distancias grandes generan poca dispersión de marcas y las distancias de disparo cercanas generan gran dispersión de las marcas, por lo tanto, los tamaños de posta son mayores. Lo anterior teniendo en cuenta que esta observación aplica para una minoría de datos.

Dimensión Pistón. La dimensión del pistón fue analizada utilizando dos dimensiones, una correspondiente a la dimensión del pistón respecto al eje x y otro que corresponde a la dimensión del pistón en el eje y (Figura 10).

Se observó que la dimensión del pistón en el eje x es en promedio 1.304 cm y en el eje y 0.9875 cm. Hay que considerar que el 62% de las dimensiones de los pistones en los dos ejes es cero. El histograma de frecuencias permite ver este comportamiento tanto en el eje x como en el eje y. De los restantes disparos en los cuales las dimensiones son diferentes de cero, se ve que las dimensiones tienden a estar entre dos y cuatro centímetros, este mismo comportamiento se observa para la dimensión de los pistones en el eje y. Las principales medidas de resumen pueden ser observadas en la (figura 10).

Figura 10. Dimensión del pistón de potencia



A. Siendo la dimensión del pistón respecto al eje x. B. Siendo la dimensión del pistón respecto al eje Y.

Fuente: grupo investigador, 2016.

Tabla 4.

Relación entre el tamaño del pistón de potencia

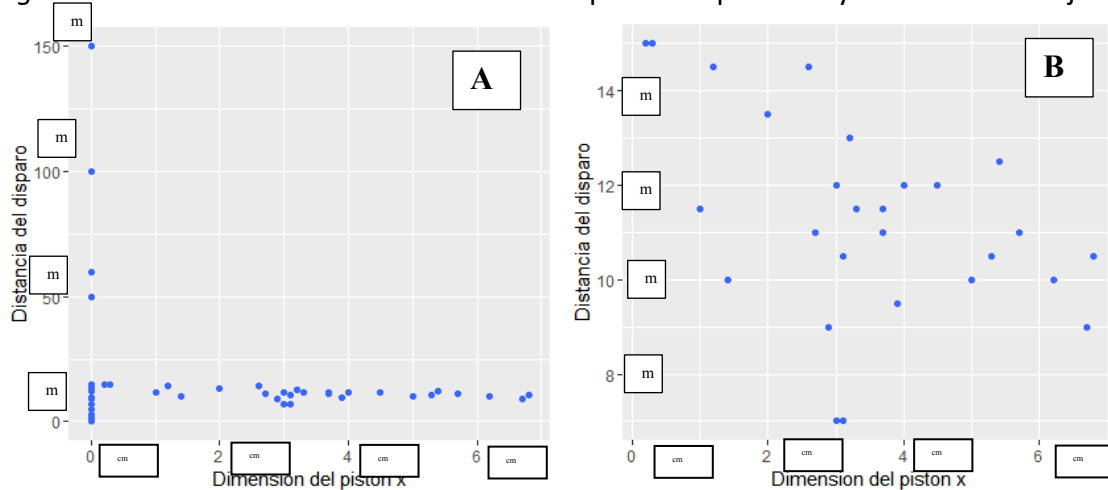
Dimensión del pistón de potencia				
	Pistón			
	Dimensión X		Dimensión Y	
Mínimo	0	cm	0	cm
Mediana	0	cm	0	cm
Media	1.304	cm	0.9875	cm
Máximo	6.8	cm	5.9	cm

Fuente: grupo investigador, 2016.

Para evaluar la posible relación entre las dimensiones del pistón y la distancia, se realizaron los gráficos de puntos donde se compararon las distancias con las dimensiones encontradas. Se observa que en general las dimensiones del pistón que toman valor cero aparecen para una gran variedad de distancias de disparo que abarca casi todos los valores de las distancias establecidas.

Se observa también que las dimensiones del pistón no parecen presentar un comportamiento de tendencia específico respecto a la distancia. (Figura 11).

Figura 11. Relación entre las dimensiones del pistón de potencia y la distancia en eje x.

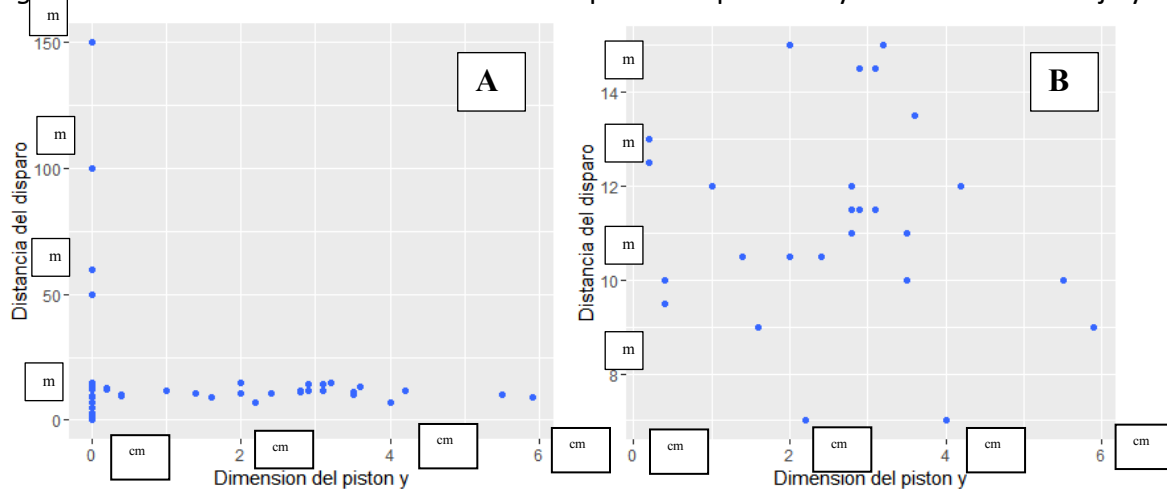


A. Tomando como referencia el eje x siendo la representación de las distancias comprendidas entre 0 m a 150 m. B. Las distancias comprendidas entre 0 metros a 15 m.

Fuente: grupo investigador, 2016.

La dimensión en el eje y tiene un comportamiento similar al observado para dimensión en x respecto a la distancia del disparo (Figura 12)

Figura 12. Relación entre las dimensiones del pistón de potencia y la distancia en el eje y.



Tomando como referencia el eje y siendo A la representación de las distancias comprendidas entre 0 m a 150 metros y B distancias comprendidas entre 0 m a 15 m.

Fuente: grupo investigador, 2016.

Distancia pistón y posta. Con respecto a la distancia entre el pistón y la posta se observa que en el 63% de los casos este valor es cero. Para los valores que no son cero, se observan valores cercanos a cinco en la mayoría de los casos, en la tabla 5 se pueden observar las principales medidas de resumen (*Tabla 4*).

Tabla 6.

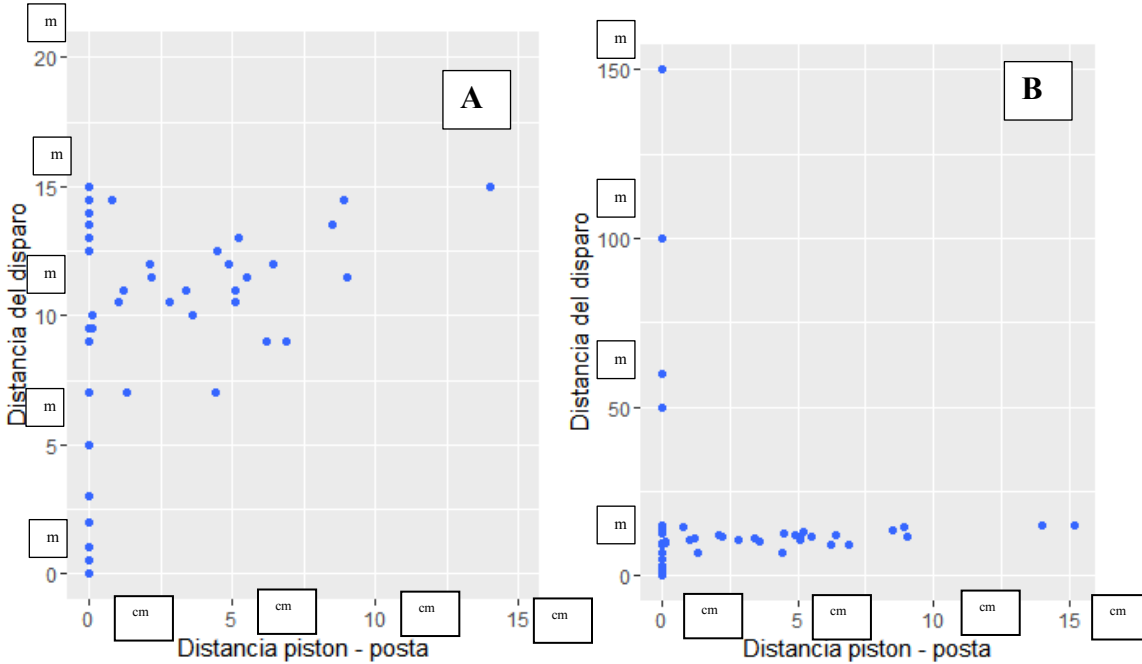
Relación entre la distancia del pistón de potencia y la posta

	Distancia pistón posta	
Mínimo	0	cm
Mediana	0	cm
Media	1.833	cm
Máximo	15.2	cm
Desviación estándar	3.307695	cm

Fuente: grupo investigador, 2016.

Cuando se compara esta medida con la distancia del disparo, se observa que las distancias entre el pistón y la posta son cero para distancias de disparo grandes. Al observar las distancias pequeñas, se observa una tendencia creciente, mostrando una relación proporcional entre las dos distancias observadas (*Figura 13*).

Figura 13. Distancia del pistón de potencia con referencia a la posta



Fuente: grupo investigador, 2016.

Tomando como referencia A corresponde a las distancias de 0.m a 20.m se evidencia que el pistón de potencia acompaña las postas a una distancia aproximada de 15m. Siendo B la representación de las distancias comprendidas entre 0 m a 150 metros y por lo cual nos muestra que el pistón de potencia pierde su aparición total.

Dispersión del conjunto. Se contó con dos medidas para medir la dispersión del conjunto. La medida de la dimensión de la distancia del conjunto tanto en el eje x como en el eje y. Cada una de estas dimensiones se refiere al rango de los orificios medidos como la distancia máxima observada sobre cada uno de los ejes entre los orificios de entrada. Las principales estadísticas descriptivas de estas dos variables pueden ser observadas en la (Tabla 6).

Tabla 6.

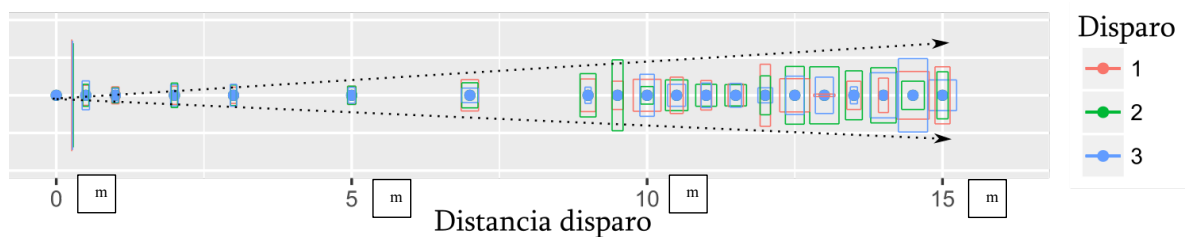
Principales medidas de resumen de las dimensiones analizadas

		De 0 a 15 metros	Mas de 15 metros	Total metros
Dimensión x	Minimo	1.90	68.50	1.90
	Mediana	4.85	90.00	5.40
	Promedio	5.22	91.82	18.64
	Desviación es	11.50	119.00	119.00
	Máximo	2.83	17.71	32.36
Dimensión y	Minimo	0.40	11.54	0.40
	Mediana	4.50	50.10	5.00
	Promedio	5.49	58.40	13.69
	Desviación es	17.80	99.00	99.00
	Máximo	3.65	27.25	22.12

Fuente: grupo investigador, 2016.

Estos dos valores en conjunto permitieron entender las dimensiones del área impactada por los postas y el pistón. Se observó que a medida que la distancia aumenta, las dimensiones de medidas tanto en el eje x como en el eje y son mayores. Esto indica la existencia de mayor variabilidad en los disparos. El comportamiento se plasma en la figura 14 donde se observó el cono de dispersión para todas las distancias. Al hacer un acercamiento de las dimensiones del conjunto para valores de distancias con un máximo de 15 metros, se observa el comportamiento presentado en la figura 14 eje X en donde se ve que a medida que la distancia del disparo aumenta, la dispersión del conjunto también aumenta (Figura 14 Y 15).

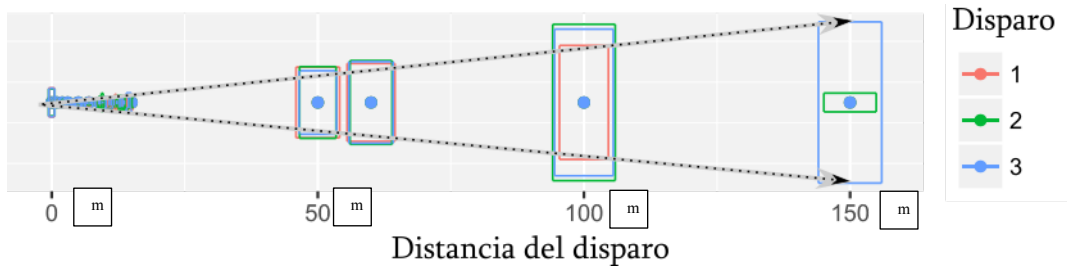
Figura 14. Dispersión del conjunto para las distancias observadas



Fuente: grupo investigador, 2016.

Se observó que a medida que la distancia aumenta, dimensiones de medidas tanto en el eje x como en el eje y son mayores.

Figura 15. Dispersión del conjunto para distancias de 0 a 15 metros



Fuente: grupo investigador, 2016.

Se observa que las correlaciones lineales presentes son mayores entre la distancia y la dimensión del conjunto en X y la dimensión del conjunto en Y estas características se evidencian en las distancias comprendidas de 0m a 15 m respectivamente.

Una aproximación a la dispersión es el área abarcada en las dos dimensiones, calculada como la dimensión en X por la dimensión en Y. Sin embargo, este valor se consideró del rango en X o en Y solo en una dimensión para ser comparado con la distancia ya que la correlación entre los rangos en X y en Y es de 0.9264047 m, por lo cual, si son incluidos los dos valores para hacer la aproximación respecto a la distancia se estaría induciendo información no relevante.

Como el interés principal es caracterizar la distancia, se analizan las correlaciones existentes entre la distancia y las demás medidas obtenidas en el estudio. Obteniendo los resultados presentados, se observa que las correlaciones lineales presentes son mayores entre la distancia y la dimensión del conjunto en X y la dimensión del conjunto en Y (Tabla 7).

Tabla 7. Matriz de correlaciones de las variables en estudio

	Distancia Disparo	Numero de orificios	Dimensión posta x	Dimensión posta y	Dimensión piston x	Dimensión piston y	Tamaño del orificio mayor x	Tamaño del orificio mayor y	Tamaño del orificio menor x	Tamaño del orificio menor y	Distancia piston - posta	Dimensión conjunto x	Dimensión conjunto y
Distancia Disparo	1.00	0.17	0.49	0.26	-0.20	-0.19	0.01	-0.05	0.22	0.30	-0.15	0.93	0.83
Numero de orificios	0.17	1.00	0.77	0.84	0.33	0.31	0.32	0.55	0.58	0.74	0.31	0.17	0.11
Dimensión posta x	0.49	0.77	1.00	0.90	0.28	0.24	0.55	0.60	0.78	0.85	0.23	0.44	0.39
Dimensión posta y	0.26	0.84	0.90	1.00	0.36	0.38	0.51	0.68	0.75	0.90	0.32	0.19	0.15
Dimensión piston x	-0.20	0.33	0.28	0.36	1.00	0.57	0.32	0.43	0.43	0.33	0.38	-0.27	-0.27
Dimensión piston y	-0.19	0.31	0.24	0.38	0.57	1.00	0.13	0.23	0.28	0.27	0.66	-0.26	-0.25
Tamaño del orificio mayor x	0.01	0.32	0.55	0.51	0.32	0.13	1.00	0.68	0.69	0.58	0.06	-0.05	-0.08
Tamaño del orificio mayor y	-0.05	0.55	0.60	0.68	0.43	0.23	0.68	1.00	0.55	0.59	0.14	-0.10	-0.11
Tamaño del orificio menor x	0.22	0.58	0.78	0.75	0.43	0.28	0.69	0.55	1.00	0.80	0.23	0.10	0.06
Tamaño del orificio menor y	0.30	0.74	0.85	0.90	0.33	0.27	0.58	0.59	0.80	1.00	0.22	0.24	0.21
Distancia piston - posta	-0.15	0.31	0.23	0.32	0.38	0.66	0.06	0.14	0.23	0.22	1.00	-0.22	-0.21
Dimensión conjunto x	0.93	0.17	0.44	0.19	-0.27	-0.26	-0.05	-0.10	0.10	0.24	-0.22	1.00	0.93
Dimensión conjunto y	0.83	0.11	0.39	0.15	-0.27	-0.25	-0.08	-0.11	0.06	0.21	-0.21	0.93	1.00

Fuente: grupo investigador, 2016.

Cuando se observa el comportamiento de la distancia en X con respecto a la distancia del disparo, se encuentra la existencia de una relación directamente proporcional, es decir que a medida que aumenta la distancia del disparo, la dimensión del conjunto X también aumenta (Figura 16).

Figura 16. Distancia de disparo vs dimensión conjunto x

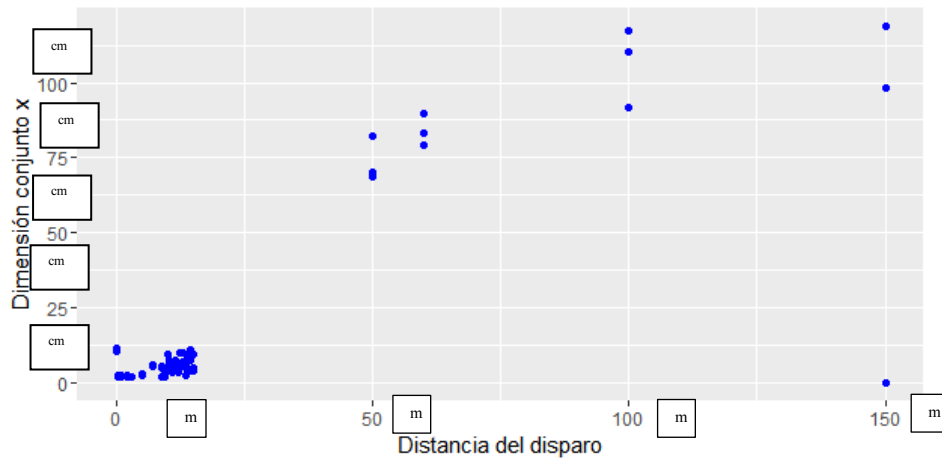


Figura 17 Dimensión conjunto x vs distancia del disparo para distancias inferiores a 15 m

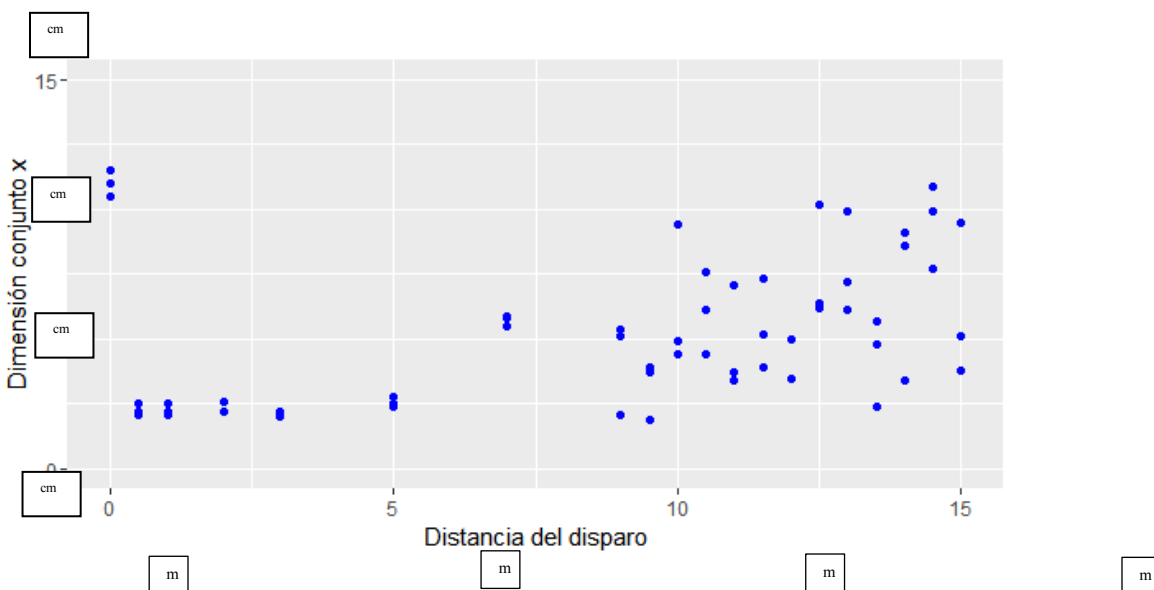


Figura17. Dimensión conjunto x vs distancia del disparo para distancias inferiores a 15 m.
Fuente: grupo investigador, 2016.

El grado de asociación de las variables en estudio es una medida de menos uno a uno indicando que los valores más grandes en valor absoluto son los de las variables que se correlacionaran en mayor medida. Respecto a la distancia, se observó que el grado de asociación entre la distancia, el número de orificios y las dimensiones del conjunto en X y Y son los valores más altos.

Se encontró además que el grado de asociación entre las dimensiones del conjunto en los dos ejes es de 92.6, por lo cual, si se incluye la dimensión tanto del conjunto X como del conjunto lo que implica que estos valores contienen información muy similar para la distancia, por tanto, incluir uno de los dos en el modelo ayudara a evitar problemas de sobre estimación y multicolinealidad del modelo.

Se propone el uso de tres modelos diferentes, un modelo lineal, un modelo gamma con enlace inverso y un modelo poisson con enlace logarítmico. El primero es una regresión lineal tradicional en el cual la distancia es la suma ponderada del número de orificios y la dimensión del conjunto X. La regresión gamma es propuesta porque ayuda a controlar el hecho de que a medida que la distancia promedio aumenta, la dispersión aumente proporcionalmente lo que en un modelo lineal puede ser nocivo ya que no se considera en los supuestos. Por último, la regresión de poisson ayuda a modelar el conteo de metros que son necesarios para que la dispersión del conjunto tenga determinada dimensión considerando una relación logarítmica o de aumentos porcentuales.

Para hacer una comparación entre los diferentes modelos y poder escoger adecuadamente entre ellos, se utilizará el porcentaje de variabilidad de las distancias que es explicada por el modelo: lineal, gamma y poisson porcentaje de variabilidad explicada por el modelo comparado con el modelo que solamente incluye un intercepto o modelo nulo. (Tabla 8).

Tabla 8.

	Variabilidad explicada
Lineal	87.81%
Gamma - Link inverso	86.96%
Gamma - Link identidad	95.18%
Poisson	93.04%

Fuente: grupo investigador, 2016.

Se observa que el modelo gamma con link identidad es el que explica mejor la distancia respecto al número de orificios y la dimensión del conjunto en X. Este resultado indica que los valores ajustados de este modelo son mejores predictores que en los demás modelos, por lo cual las predicciones y las validaciones de los modelos se presentaran únicamente para este último.

De acuerdo a la discusión anterior, se recomienda el uso del modelo gamma para explicar la dimensión del conjunto en X y la cantidad de orificios encontrados. La tabla 9 muestra los principales valores para el modelo de predicción propuesto (Tabla 9).

Tabla 9. Principales medidas de ajuste del modelo seleccionado.

	Desviación			
	Coefficientes	estándar	Valor T	P.valor
Conjunto x	0.7104	0.0457	15.52	<2e-16
Conjunto y	9.9181	0.2629	37.72	<2e-16
Parámetro de dispersión para el modelo				
gamma		0.0301		
Deviance residual				1.10
AIC				628.3

Fuente: grupo investigador, 2016.

Formalmente, el modelo encontrado puede escribirse formalmente como:

$$\widehat{distancia} = 0.071042 * Conjunto\ x + 0.99181 * Orificios - 10$$

Discusión

El presente estudio se fundamentó en determinar las características físicas del orificio de entrada y residuos de disparo, generados a diferentes distancias con escopeta Mossberg, con el fin de ayudar a orientar al perito en balística al momento que se le presente un caso en donde se vea involucrada este tipo de arma de fuego.

Según la investigación realizada por el Señor Jhon Oswaldo Cruz Cubillos y el Señor Capitán Rodrigo Vicencio Pérez, quienes argumentan “que al interpretar los resultados a 25 cm y 1 m corresponde a un orificio originado por el traspaso total por los componentes del cartucho (cierre, pistón y postas) denominado conjunto” (p. 151), y a diferencia de la investigación desarrollada se observa un único orificio desde la distancia 0.0 m hasta 5 m, por el traspasó total de los componentes del cartucho marca Federal, la cual está compuesta por “postas y pistón de potencia” a lo que se denomina conjunto y se evidencia que no tienen cierre a comparación de la munición empleada en el estudio anterior.

Así mismo, los autores mencionados afirman que desde los “1.5 m, se observa un incremento progresivo en la cantidad de orificios, que es directamente proporcional al aumento de la distancia hasta los 8 m donde alcanza una totalidad de 10 orificios (p. 151).

Por lo anterior se determinó, que, mediante el análisis físico, se registró un aumento progresivo de orificios a partir de los 7 m hasta los 60 m dando un total de 9 orificios.

Como lo menciona Bonilla y Vicencio (2002), “a partir de los 5m se evidencia que el pistón de potencia se apartar del conjunto de las postas” (p. 152), de acuerdo con los resultados obtenidos del análisis físico, a partir de los 7 m se observa el comportamiento del pistón de potencia, el cual se separa del conjunto originando un nuevo orificio sobre la tela impactada.

Según Bonilla y Vicencio (2002): Los orificios efectuados por las postas, no presentan variaciones significantes en sus tamaños, formas irregulares, bordes invertidos y deshilachados. Las postas en su trayectoria no logran incidir separadas de su conjunto sobre las telas desde 0.25 metros hasta 1 metro” (p. 152).

La investigación no presentó variaciones significativas hasta la aparición de la primera posta a una distancia de 5 m, en donde la trayectoria empieza su separación del pistón de potencia con los

orificios de forma irregular, bordes invertidos y deshilachados, aumentando progresivamente por cada distancia.

Considerando el resultado obtenido en el trabajo referenciado, también se observó las características del ahumamiento que se presentan “de forma intensa a los 0.25 m y a los 0.50 m y a los 0.75 m disminuye su intensidad como su tamaño, desapareciendo a una distancia de 1 m” (p. 153) en comparación con éste estudio, las características de ahumamiento intenso aparecen a una distancia de 0.0 m y desaparecen a la distancia de 0.50 m.

De acuerdo con Bonilla y Vicencio (2002), “los gránulos de partículas se observaron constantemente desde los 0.25 m y a los 2.5 m para posteriormente disminuir su presencia en forma progresiva en el rango de 3 m a 5 m, desapareciendo a los 6 m” (p. 153). Es importante mencionar que en éste estudio, los gránulos de pólvora desaparecieron a los 2 m, y además se observó la presencia de una sustancia granulada color blanco, llamada ácido de silicio y su función consiste en la preservación y conservación de las postas de los factores climáticos, de igual manera se logró observar en la medida en que aumentan las distancias dicha sustancia va perdiendo su aparición de forma constante hasta los 11 m de distancia donde finalmente desaparecen dichas partículas.

En relación a lo anterior se pueden apreciar las diferencias significativas de cada trabajo, como es el número de orificios, cono de dispersión, comportamiento del pistón de potencia en cuanto a su tamaño de orificio, separación de las postas.

En concordancia a las diferencias significativas en el ahumamiento, partículas de pólvora, y la aparición de una sustancia nueva llamada óxido de silicio. Todas estas diferencias al conocerlas el experto en balística pueden realizar su dictamen pericial con más argumentos y al ser llevados ante un estrado judicial contará con herramientas técnicas científicas en su sustentación.

Se observó la diferencia entre las dos casas fabricantes de municiones, como es la colombiana (INDUMIL), y la estadounidense (FEDERAL). Conforme a los resultados obtenidos se demostró que la dispersión de las postas, depende de la forma y tamaño del pistón de potencia, el tamaño de los gránulos de la pólvora marca una gran diferencia entre una y otra. La munición INDUMIL el gránulo de pólvora es menor, y esto hace que al momento de su combustión se genere menos cantidad de gases, por esta razón se hace menos potente. Por otra parte el tamaño del grano de la pólvora de la munición FEDERAL es mayor, lo cual va aumentando la generación de gases a medida que se produce la reacción de la deflagración, generando gases con mayor tiempo de combustión, por tanto permite un mayor alcance y potencia,

En conclusión, según (Ruiz, 2008) “la dispersión de los proyectiles de un arma de fuego tipo escopeta varía dependiendo de la constitución del cañón “choque, full choque, semi-choque” (p. 118) de igual forma el tipo de munición empleada. En este caso munición federal de fabricación estadounidense en características generales la constitución de su cartucho, sus postas las cuales vienen ligeramente cobrizadas, esto hace que la dispersión de sus postas y su distancia de tiro se encuentra influenciada por el criterio de tamaño y cantidad de carga de sus postas las cuales vienen ligeramente cobrizadas y cubiertas con una sustancia llamada óxido de cinc. La cual hace que no sufran deformaciones entre sí, su pistón de potencia el cual es ligeramente más alargado.

Efectivamente, los valores del conjunto permitieron entender las dimensiones del área impactada por los postas y el pistón. Se observó que a medida que la distancia aumenta, las dimensiones de medidas tanto en el eje X como en el eje Y son mayores, esto indica la existencia de mayor variabilidad en los disparos, se observa el comportamiento de la distancia en X con respecto a la distancia del disparo, se encuentra la existencia de una relación directamente proporcional, es decir que a medida que aumenta la distancia del disparo, la dimensión del conjunto también aumenta.

Por otra parte se afirma que el ahumamiento de un color oscuro se encuentra presente a una distancia 0.m y empieza a perder su coloración a medida que aumenta la distancia perdiendo su color.

De igual forma el orificio en forma crucial empieza a perder esta característica a medida que la distancia aumenta transformándose en orificio de forma irregular.

Igualmente, el número de orificios observados en la totalidad de los disparos realizados tomaron valores entre un orificio y nueve orificios, de los cuales el 23% de los disparos registraron un orificio y el 33% de los disparos nueve orificios abarcando entre esos dos valores el 57% del total de los disparos observados. Cuando se compara el número de orificios con la distancia, se observa que los valores cercanos a 4 y 5 orificios son más variables que en los demás casos. Incluso la dimensión de la posta tiende a ser menos variable en el eje x que en el eje y, esto puede deberse a efectos como el de la gravedad; se encontró que el 50% de las postas tienen una dimensión superior a 0.6 cm.

En cuanto a la dimensión del pistón se encontró que en la mayoría de los casos el valor fue cero, sin embargo, para los valores que no son cero, se observó que la dimensión del pistón está alrededor de 3 cm. No se encontró una asociación significativa entre los valores de las dimensiones de la posta y la distancia del disparo.

También la distancia pistón – posta fue en la mayoría de los casos cero, sin embargo, para los valores diferentes de cero, se puede observar que esta distancia es mayor a medida que la distancia del disparo aumenta.

Se recomienda realizar estudios similares donde se emplee la misma munición utilizada, pero con otro tipo de escopeta para comparar las características dejadas y describir las diferencias encontradas o similitud. De igual forma se sugiere que estos estudios sean divulgados a la comunidad de técnicos profesionales en balística para fortalecer sus labores como peritos.

Agradecimientos

Los autores manifiestan sus más sinceros agradecimientos al cuerpo docentes de la Escuela de Investigación Criminal, Policía Nacional. De igual manera agradecemos a Dora Suarez y Miguel Orjuela por su apoyo en el desarrollo del análisis estadístico.

Referencias Bibliográficas

- Abadini, J. (23 de Diciembre de 2013). *Full aventura*. Obtenido de Una breve esposicion sobre Blanco. (12 de Febrero de 2009). *Historias de las armas*. Obtenido de <http://historiadelasarmasdefuego.blogspot.com.co/2009/02/en-que-consiste-el-calibre-de-un-arma-o.html>
- Caparroso, M. (1 de Noviembre de 2013). *La balística criminal*. Obtenido de <http://bacriminal.blogspot.com.co/p/indicadores-de-distancia-de-disparo.html>
- Cibrian vidrio, O. (2007). Balística técnica forense. Buenos Aires: Ediciones la roca .
- Concepto de definicion. (12 de marzo de 2015). *Concepto de definicion* . Obtenido de <http://conceptodefinicion.de/calibre/>
- Cruz Bonilla, J. o., & Vicencio Perez, R. (Marzo de 2002). Analisis de trayectorias balisticas y determinacion de rango de distancia de disparo en armas de fuego de anima lisa con municion de carga multiple. Sibate, Cundinamarca, Colombia.
- Daniel Tagliafico. (12 de 03 de 2008). *ww.sectordetiro.com/cartucho.htm*. Obtenido de ww.sectordetiro.com/cartucho.htm
- Diccionario de la real academia de la lengua española. (s.f.). Obtenido de Diccionario de la real academia de la lengua española: <http://dle.rae.es/>
- <http://www.tacticasyarmas.cl/content/view/473244/MOSSBERG-590-MARINER.html>
- Gil Borralló, G. (27 de Junio de 2013). Evolucion de las armas cortas en española. España.
- Hincapie Zuluaga, J. G. (2000). *Manual de balística*. Bogota: ABC.
- Lamo, S. (24 de FEBRERO de 2014). *PREZI*. Obtenido de PREZI: <https://prezi.com/reszr4upfuyf/animas-lisapoligonalestridas/>
- Larrea, J. C. (2005). *Manual de arma y de tiro*. Buenos aires : Universidad.
- Larrosa, J. (23 de Febrero de 2011). *Blog de las armas de defensa de la republica argentina*. Obtenido de <http://fdra.blogspot.com.co/2011/02/balistica-calibres-de-armas-de-fuego.html>
- Maclantaron. (12 de Junio de 2001). *Balistica maclantaron*. Obtenido de <http://maclantaronbalistica.jimdo.com/calibre-sistema-anglosaj%C3%B3n-o-sistema-centroeuropeo/>
- Malta, J. (junio de 2016). *Sangakoo*. Obtenido de www.sangakoo.com/es/temas/sistema-metrico-decimal-longitud-masa-capacidad-superficie-y-volumen
- Ministerio de defensa. (17 de diciembre de 1993). Decreto 2535. *Por el cual se expiden normas sobre armas, municiones y explosivos*. Bogotá, Colombia.
- Muños , J. (12 de Febrero de 2012). *Sistema anglosajon de unidades*. Obtenido de <https://prezi.com/m/2fagy1wbcxn6/sistema-anglosajo-de-medidas/>

O.F Mossberg & Sons, INC. (s.f.). *Manual del propietario escopeta mossberg*. Obtenido de <http://www.mossberg.com/wp-content/uploads/2015/04/500-535ATS-835Ulti-Mag-505-590-es.pdf>

Pastrana Arango, A., Pinedo Vidal, M., Rozero, M. E., Gutierrez Castañea, N. P., Bustamante Moratto, G., & Gonzales Trujillo, R. (24 de Julio de 2000). Código penal colombiano. Bogota, Colombia.

Ruiz Moreno , M. D. (2016). *Balística teoría y práctica*. Segunda edición. Bogotá: Temis.

Ruiz, M. (2008). *Balística teoria y practica*. Bogotá: temis.

The free ditionary. (2007). *Diccionario inciclopedico Vox*. Obtenido de es.thefreedictionary.com/disparo

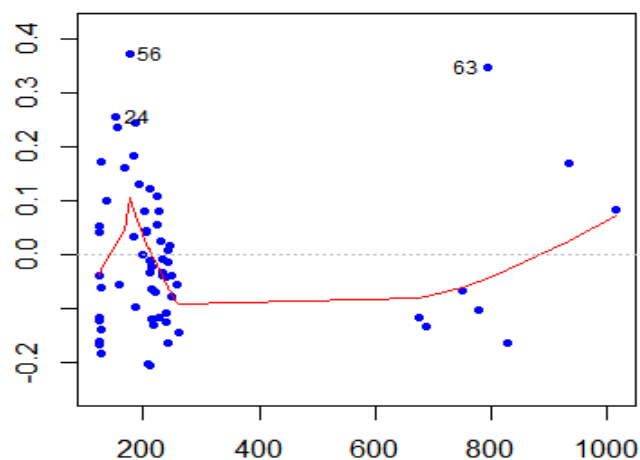
Tuslances.com. (18 de 10 de 2012). Obtenido de tuslances: <http://www.tuslances.com/reportajes/art/4612/Balistica-de-armas-lisas-velocidad-y-plomeo/>

Weir, W. (23 de Julio de 2016). *Ecu red conocimiento con todos y para todos* . Obtenido de http://www.ecured.cu/Mossberg_590#Caracter.C3.ADsticas

Weir, W. (29 de julio de 2016). *Ecured*. Obtenido de http://www.ecured.cu/Mossberg_590

Anexo 1. Verificación de supuestos

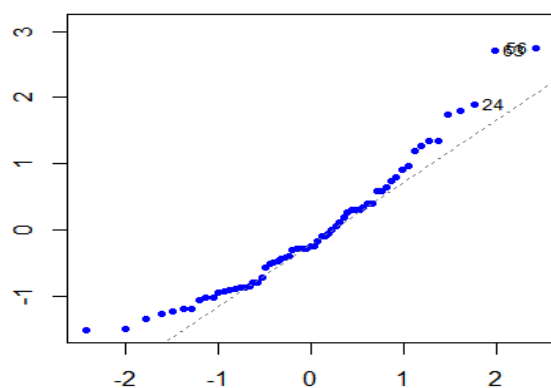
Figura 1. Valores predichos, eje X vs residuos del modelo. Los valores son en general pequeños, lo cual da indicios de que la distancia que se predice está cerca de lo observado (Figura 1).



Fuente: grupo investigador, 2016.

Figura 2. Qq-plot que compara los residuos del modelo con los valores de cuantiles de la distribución normal. Se observa que en general los errores del modelo siguen una distribución normal, lo cual es necesario para que se cumplan los supuestos del modelo ajustado (Figura 2.).

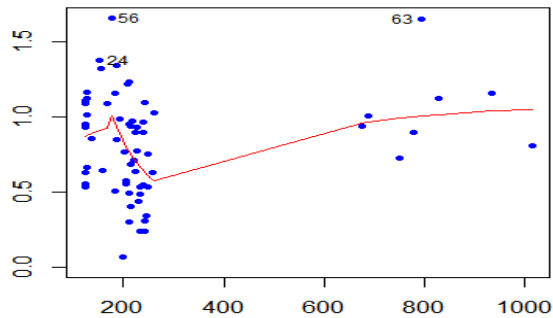
Figura 2.



Fuente: grupo investigador, 2016.

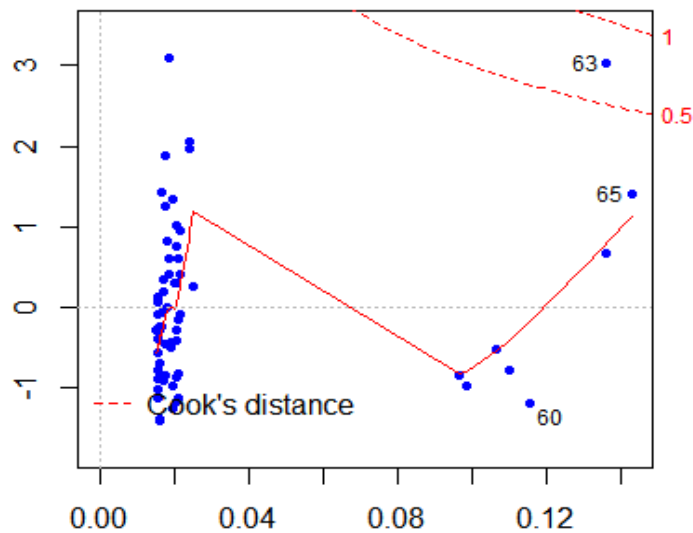
Figura 3. Error estándar de las estimaciones hechas con base en el modelo vs los valores de las predicciones. Se observa que en general, estos valores son pequeños, la diferencia máxima de las variaciones de la estimación y la observación son inferiores al 1% (Figura 3).

Figura 3.



Fuente: grupo investigador, 2016.

Figura 4. Distancias de Cook para el modelo ajustado, estas distancias están en una escala, en general entre -3 y 3, dando indicios de que el modelo está bien ajustado respecto a los límites establecidos para esta distribución (Figura 4).



Fuente: grupo investigador, 2016.



Capítulo V

**INCIDENCIA DEL ÁNGULO DE DISPARO EN LA SUPERFICIE IMPACTADA CON ESCOPETA
MOSSBERG M590 UTILIZANDO MUNICIÓN CALIBRE 12 MARCA FEDERAL ENCAMISADA.**

Resumen

El presente estudio tiene como objeto establecer las características físicas del cono de dispersión que se pueden producir en superficies que son impactadas por armas de fuego con munición de carga múltiple, como lo es para este caso la escopeta mossberg M590 y la munición federal calibre 12, superficies que se encuentran influenciadas por un ángulo; el desarrollo de este estudio se basa en el poco análisis que se ha realizado a este tipo de armas, ya que fueron creadas para cacería y no de defensa, aunque en la actualidad existen gran variedad de escopetas para ser empleadas en diversas actividades, cacería, deporte y cuerpos de seguridad (VIDRIO, 2007) y al transcurrir del tiempo las armas de carga múltiple han sido de las más usadas por la delincuencia en acciones delictivas. Hay muchas personas que con conocimientos empíricos acerca de las armas de fuego, con su gran ingenio y sin la más mínima posibilidad de adquirirlas de forma legal, suelen diseñarlas y fabricarlas de forma completamente artesanal. (Ibañez, 2012) Motivo por el cual se genera la necesidad e importancia de estudiar este tipo de armamento y munición, coadyuvando y realizando gran aporte a la ciencia balística.

Palabras claves. *Balística, Cartucho, Postas, Escopeta, Angulo, Dispersión, Carga Múltiple.*

Abstract

The present study aims to establish the physical characteristics of the dispersion cone that can be produced on surfaces that are impacted by firearms with multiple load ammunition, As it is for this case the Mossberg M590 shotgun and the 12 caliber federal ammunition, Surfaces that are influenced by an angle; The development of this study is based on the little analysis that has been done on this type of Firearms, Since they were created to hunting and not defense, Although at present there is a great variety of shotguns to be used in various activities, hunting, sport and Security forces (VIDRIO, 2007) and the elapse Of the time the Multi-charge firearms have been among the most used by crime in criminal actions. There are many people with empirical knowledge about firearms, With his great ingenuity and without the slightest possibility of acquiring them legally, Usually design and manufacture them completely handmade. (Ibañez, 2012) . Reason for which is generated the importance of studying this type of weaponry and ammunition and making great contribution to ballistic science.

Key words. *Ballistics, Cartridge, Posts, Shotgun, Angle, Dispersion, multiple load.*

Introducción

La problemática social del estado Colombiano cada vez va en aumento, con ello, la fabricación artesanal de armas de fuego como instrumento esencial de la delincuencia al momento de realizar sus actividades ilícitas, esto se ve reflejado en las incautaciones efectuadas por la Policía Nacional, es así como se observa en el diario el País, (2014) “En una casa de familia, en la que también funcionaba un taller de costura, la Policía encontró una fábrica de armas. En el lugar se incautó (...), cinco escopetas calibre 12 milímetros, (...) ocho cachas para escopeta”; observando de esta manera que la fabricación de este tipo de armamento es efectivamente sencilla y por consiguiente de fácil adquisición para el delincuente.

Dado lo anterior se puede interpretar que la fabricación de este tipo de armamento se ha vuelto común en el país, teniendo en cuenta que es fabricado en casas de familia como cualquier elemento casero, coadyuvando al incremento de la criminalidad como lo manifiesta (Cañas, 2014) durante los últimos años se ha incrementado la inseguridad, debido al aumento de delitos comunes o mal llamados callejeros, como lo son los hurtos a locales comerciales y residencias, delitos que afectan en un gran porcentaje a la seguridad social, y el bienestar general de la comunidad.

Teniendo en cuenta este argumento se plantea como una labor u objetivo necesario y fundamental el estudio de este tipo de armamento (escopeta); como lo planteo (Maximiliano, 2013), en todo lugar de los hechos en el que se vea inmersa una o varias armas de fuego, quedan vestigios y características únicas producidas por las mismas en acción de los proyectiles, características que se denotan más en ambientes urbanos debido a que se hallan elementos de diferente composición y naturaleza, tales como metal de autos, madera de puertas, vidrios de ventanas. Cuando se hallan estos indicios en un lugar de los hechos, es de vital importancia establecer la posición del tirador al momento del hecho. En la actualidad para lograr establecer la posición en la que se encontraba el tirador o mejor dicho la boca de fuego del arma al momento de producir el disparo, el perito en balística se apoya en la trayectoria que siguieron los proyectiles disparados, utilizando cordeles o rayos laser para graficar las trayectorias balísticas, esto con el fin de ubicar una posible posición de la boca de fuego del arma al objetivo o punto de impacto.

Se observa que en el territorio nacional, la normatividad vigente es extensa, pero esto no basta para que se presente una problemática social extrema, específicamente en las diferentes actividades delincuenciales, actividades en las que por lo general y la mayoría de las veces se ha utilizado la escopeta en sus diferentes calibres (armamento de carga múltiple) como instrumento de guerra principal para llevar a cabo actividades ilícitas; entrando en acción el estudio y análisis

balístico, así como lo menciona (Delgado, 2010) “ la balística se define como la ciencia que estudia el movimiento de los proyectiles, o como una rama de la criminalística que se ocupa del análisis de las armas de fuego en general, determinando sus características, funcionamiento, efectos que producen al ser accionadas y estudio de sus proyectiles o cartuchos”. (Pg. 8).

Para este caso se analizará la escopeta Mossberg M590, utilizando munición calibre 12 Gauge marca federal encamisada, teniendo en cuenta lo que refiere (Peinado, 2012) “El calibre de las escopetas es determinado mediante una antigua regla inglesa que fue adoptada internacionalmente en 1910” (Pg. 491). Esto con el fin de establecer las características físicas de dispersión dejadas por los postes al momento de impactar contra el blanco, contando con diferentes variables angulares en referencia a la posición del objetivo.

Se realiza una semejanza a lo anterior, observando y analizando claramente lo que menciona (García, 2016) es una regla que orienta a una reconstrucción gráfica de las trayectorias que realizaron los proyectiles al momento de impactar contra cualquier estructura, así mismo se analizan los daños y fenómenos ocasionados por los proyectiles disparados, esto con el fin de establecer la posición del tirador con relación a distancia y ángulo de incidencia del disparo. Dado lo anterior se puede analizar la posición de la boca de fuego del arma con referencia a la posición de la víctima o el punto impactado.

Lo descrito hasta el momento, permite señalar como objetivo, determinar las características físicas del cono de dispersión dejadas por el proyectil (postes) a diferentes ángulos de disparo al momento del impacto contra una superficie, empleando la escopeta Mossberg M590 calibre 12 marca federal encamisado, sobre una superficie de cartón respaldada con madera, con el propósito de originar un material de consulta a nivel forense.

En el área de criminalística, es fundamental y de gran aporte a la técnica, establecer las características físicas del cono de dispersión de los postes disparados en escopetas calibre 12, en el caso de la presente investigación, la escopeta Mossberg M590 al impactar contra su objetivo, tomando como variable la incidencia del ángulo de ubicación del objetivo. Una vez determinadas estas características, se puede inferir razonablemente la ubicación de la boca de fuego del arma, determinando de dónde se pudo haber producido el disparo.

En la actualidad esta labor no es posible determinarla en cartuchos de carga múltiple, toda vez que los estudios realizados hacen referencia al paso de un único proyectil, siendo necesario describir la característica del cono de dispersión al paso de los postes o perdigones en el momento del impacto, tomando como referencia que el fenómeno de disparo nunca se presentará en línea recta y siempre estará influenciado por un ángulo y una distancia.

Señalando la teoría de (GUEVARA, 2010)

[...] en la ciencia Balística clásica el problema planteado es qué arma y qué munición emplear para, efectuando un disparo desde una distancia determinada y con un determinado ángulo de tiro, lograr ciertos efectos en un blanco concreto, la Balística Forense actúa en sentido inverso, es decir, a la vista de los efectos producidos en un blanco concreto, debe determinar el tipo de arma y de munición utilizados, la distancia desde la que se efectuó el disparo, el ángulo de incidencia siendo este, el ángulo formado por la trayectoria del proyectil y el plano que forma la superficie de contacto. (p. 54)

Analizada esta teoría, se puede dar una óptica precisa al perito balístico, referencia u orientación del lugar donde se ubicaba la boca de fuego del arma al momento de realizar el disparo, sin dejar de lado, las condiciones geográficas del territorio colombiano (planicies, montañas etc.), y de esta manera lograr una reconstrucción en el lugar de los hechos o la fijación de unas trayectorias balísticas.

Por lo anterior, se hace necesario profundizar en investigaciones que abarquen todo tipo de variables, que sirvan como referencia de consulta, toda vez que los actuales peritos de balística no cuentan con material de apoyo para un análisis en ángulos de incidencia sobre superficies impactadas con armas de ánima lisa y cartuchos de carga múltiple, lo que ha generado que los expertos en balística, realicen cotejos o análisis con referencia de estudios con impactos mono-proyectil o con estudios de impactos sobre superficie plana, desconociendo si puede ser un cotejo acertado o erróneo con relación a los proyectiles de carga múltiple.

Siendo cruz b|Bonilla & Vicencio Perez los primeros en adelantar un proyecto de investigación Denominado “Análisis de trayectorias balísticas y determinación de rango de distancia de disparo en arma de fuego de anima lisa con munición de carga múltiple” (2002). Pero de forma plana y sin incidencia de ángulos.

En Colombia según lo establecido en la (Constitucion Politica de Colombia, 1991), “ARTICULO 223. Sólo el Gobierno puede introducir y fabricar armas, municiones de guerra y explosivos. Nadie podrá poseerlos ni portarlos sin permiso de la autoridad competente.” esto no ha sido impedimento para que la delincuencia adquiera de forma ilegal o fabrique sus propias armas de fuego, aun cuando esto los lleve a trasgredir el ordenamiento jurídico, asi como lo establece (Jaramillo, 2012) “En nuestro país, este delito se ha convertido en uno de los más comunes”.

En cuanto a la regulación específica de las armas de fuego y en cumplimiento del mandato constitucional se expide el decreto 2535 de 1993, con el fin de crear disposiciones en cuanto a la comercialización, tenencia y porte de armas de fuego, municiones y explosivos en todo el

territorio colombiano (Decreto 2535, 1993) “artículo 1o. ámbito. El presente Decreto tiene por objeto fijar normas y requisitos para la tenencia y el porte de armas, municiones explosivas y sus accesorios;” y como se enmarca en el (Decreto 2535, 1993)

“Artículo 11. Armas de defensa personal. Son aquellas diseñadas para defensa individual a corta distancia. Se clasifican en esta categoría:

a) Revólveres y pistolas que reúnan la totalidad de las siguientes características:

- Calibre máximo 9.652mm. (.38 pulgadas).
- Longitud máxima de cañón 15.24 cm. (6 pulgadas).
- En pistolas, funcionamiento por repetición o semiautomática.
- Capacidad en el proveedor de la pistola no superior a 9 cartuchos, a excepción de las que originalmente sean de calibre 22, caso en el cual se amplía a 10 cartuchos.

b) Carabina calibre 22 S, 22 L, 22 L.R., no automáticas;

c) Las escopetas cuya longitud de cañón no sea superior a 22 pulgadas”.

Siendo así que la escopeta cuya longitud de cañón no supere las 22 pulgadas se encuentra catalogada como arma de defensa personal en el presente decreto.

Haciendo un comparativo con la normatividad vigente en el país de Honduras se encontró (Ley de Control de Armas de Fuego Honduras, 2000)

“Artículo 7: para los efectos de esta ley se consideran permitidas de conformidad con reglamentación al efecto, las armas defensivas y deportivas las siguientes:

1. armas de puño o cortas: los revólveres y pistolas semiautomáticas hasta punto cuarenta y cinco 45, u once puntos cinco milímetros 11.5 de calibre;
2. las armas de hombro o largas: fusiles y carabinas de acción mecánica y Semiautomática, hasta punto trescientas ocho pulgadas de calibre 308.
3. escopetas de acción mecánica o semiautomática, de los calibres diez (10) doce (12) dieciséis (16) veinte (20), y punto cuatrocientos diez (.410) siempre que el cañón sea menor de cuarenta y seis centímetros (46 cm) o dieciocho 18 pulgadas”.

De igual forma se encuentra en el territorio nacional otra prohibición en cuanto a lo que tiene que ver con las armas de fuego así como se plasma en la (Ley 599 Código Penal, 2000).

“Artículo 365. Fabricación, Tráfico, Porte o Tenencia de Armas De Fuego, Accesorios, Partes o Municiones. <Artículo modificado por el artículo 19 de la Ley 1453 de 2011. El nuevo texto es el siguiente:> 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, incurrirá en prisión de nueve (9) a doce (12) años”.

Enmarcadas estas resoluciones, decretos ley, las escopetas se encuentran reguladas para uso de defensa personal tanto en el Territorio Nacional Colombiano como en el Territorio Nacional de Honduras; lo que no es impedimento para que la delincuencia adquiriera este tipo de armamento sin ningún permiso, teniendo en cuenta lo sencillo de su fabricación y adquisición para así cometer acciones ilícitas con la utilización de los mismos.

Por lo anterior se decide partir del hecho que existen diversos calibres de escopeta (410, 12, 16, 20, etc.), aunque el cartucho más común, y hacia el cual va orientado este apartado, es el denominado calibre 12 gauge. El significado del número con el que se denomina al cartucho viene dado por el antiguo sistema de medida consistente en ver cuántas bolas de un determinado diámetro se podían hacer con una libra inglesa de plomo. Galga 12 quiere decir que con una libra inglesa de plomo se pueden hacer 12 bolas de 20,2 mm de diámetro (Armas, Stock;, 2016)

Una vez aclarado los diámetros de las municiones y especificando que se hará énfasis en la munición calibre 12 es importante resaltar que la escopeta “Es un arma de fuego que permite disparar cartuchos de proyectiles múltiples (postas o perdigones), generalmente tienen el cañón de ánima lisa, puede presentar uno o varios cañones, posee capacidad de carga que va desde un cartucho hasta varios” (Ruiz Moreno , 2016). Pg. 17

El pistón de potencia es parte esencial para los cartuchos de escopeta, es de plástico o cartón y puede tener forma redonda o de copa. Según Ruiz Moreno (2016), su función consiste en separar la pólvora de los proyectiles (postas o perdigones), aislarlos del calor producido por la pólvora al deflagrar (combustionar) para que no se pierda su forma esférica, ayuda al momento de la salida de la munición del cañón para que esta se mantenga agrupada, amortigua el impulso y evita el emplomamiento de los cañones. El pistón de potencia por lo general queda cerca al lugar donde se produjo el disparo, con este se puede recopilar el calibre del cartucho y si teníaostas o perdigones.

“El cañón de una escopeta es metálico, hueco, de ánima lisa y se somete a procesos físicos y químicos de resistencia. Según menciona (Ruiz Moreno , 2016 p.62) constituye una parte fundamental en las armas de fuego”.

Para las personas que han creado la duda de porqué la referencia numérica de los cartuchos en cuanto a:

Calibre en las escopetas en armas de cañón liso corresponde al número de esferas que se obtienen de una libra de plomo inglesa fundida (453,6 gramos). Primero se divide la libra en partes iguales (esferas), luego se miden y de este diámetro se hace el cañón; por ejemplo: entre el calibre 12 y 20, el 12 es mayor que el 20, por que el proyectil será la

doceava parte de una libra, mientras que el 20 es la vigésima parte. Es inversamente proporcional, a mayor número en el calibre, menos es el diámetro de la esfera y el cañón (Ruiz Moreno, 2016). P.42

Por otra parte se debe entender, que se realizó artículo Científico denominado “características físicas del orificio de entrada y residuos de disparo generados a diferentes distancias con escopeta Mossberg M590 utilizando munición federal calibre 12 postas encamisadas” (Ospina Silva, Grijalba Zarate , & Espitia Peña, 2016), trabajo que fue realizado de forma plana sobre telas; se hace preciso estudiar o analizar la influencia o incidencia de la ubicación angular de la superficie impactada, con el fin de dar una mejor ubicación y dirección con relación a la boca de fuego del arma y el punto de impacto, teniendo como referencia la agrupación o dispersión de los postas en el objetivo.

Teniendo como referencia lo planteado por (Villatoro, 2013) “Los perdigones o postas empleados para cargar los cartuchos de escopetas, ordinariamente se fabrican en plomo relativamente blando, produciéndose deformaciones en su estructura esférica, por el hecho de que se golpean entre sí o por impacto sobre las paredes internas del cañón, a medida que salen por el mismo. El resultado final dará origen a una dispersión significativa de la carga de proyectiles, efecto conocido como plomeo o cono de dispersión. Este esparcimiento aumenta conforme se incrementa la distancia a la que se realiza el disparo de la carga de proyectiles”.

Así lo menciona (Toro Álvarez & Núñez de Arco, 2012) “el cartucho de escopeta se compone de 6 componentes: vainilla, culatín, pistón, pólvora, taco y perdigones” (Pg. 12).

En cuanto a la definición de postas según (Moreno, 2012) “Postas. Proyectiles esféricos, de tamaño mayor que los perdigones, su medida puede estar entre los 4.25, 4.50, 4.75, 5, y 5.25 milímetros” (Pg. 142). Estos se diferencian en cuanto a los perdigones según (Moreno, 2012) “Perdigones. Proyectiles esféricos con un diámetro menor al de los postas que puede estar entre: 1.25, 1.50, 1.75, 2, 2.25, 2.50, 2.75, 3, 3.25, 3.50, 3.75, y 4 milímetros” (Pg. 143).

Uno de los objetivos de la presente investigación, es ampliar un modelo técnico por intermedio de pruebas físicas, basados en el conocimiento científico y tecnológico, recalcando aún más y afirmando lo que manifiesta (Guzman, 2011) en la actualidad con el método científico, el conocimiento técnico y la aplicación de la metodología, es posible tener un nuevo aspecto del lugar donde ha ocurrido un hecho de interés de la criminalística, proporcionando resultados objetivos, que resuelven el delito investigado, respaldada en la obtención de evidencias útiles y válidas judicialmente, más allá de demostraciones testimoniales. Logrando con ello resultados específicos, confiables y de gran valor a la ciencia.

El resultado de la investigación servirá como medio de consulta por parte de peritos balísticos, a fin de determinar las características dejadas por los postas al momento de realizar el disparo a

diferentes ángulos con referencia a la distancia y ubicación entre la boca de fuego de la escopeta y el punto impactado, logrando así tener base fundamental en peritazgos, teniendo en cuenta que el mismo estará enmarcado en un protocolo y tendrá sustento legal, el cual podrá ser sostenido en audiencias públicas.

El presente proyecto investigativo es viable ya que se cuenta con la asesoría de un Químico Forense del Instituto Nacional de Medicina Legal, así mismo se cuenta con la escopeta Mossberg M590 y la munición calibre 12 marca federal postas encamisados, la cual será proporcionada por la Policía Nacional de Colombia.

Se plantea como pregunta de investigación determinar ¿Cuáles son las características físicas de dispersión de los postas al impactar una superficie empleando escopeta Mossberg M590 calibre 12, utilizando munición marca federal encamisada con incidencia de ángulos?

Diseño Metodológico

Tipo de investigación

El presente proyecto de investigación es de tipo experimental, teniendo en cuenta que en la actualidad es muy poco lo que se ha estudiado o analizado referente a la incidencia de ángulos de disparo con carga múltiple; manifiesta (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014) “el término experimento tiene al menos dos acepciones, una general y otra particular. La general se refiere a “elegir o realizar una acción” y después observar las consecuencias (Babbie, 2014)”. (Pg. 129).

El enfoque es mixto (cuantitativo y cualitativo), teniendo en cuenta que se obtendrán valores cuantitativos mediante estadística. Según Hernández, Fernández & Baptista (2014, P.36), Los planteamientos cuantitativos se derivan de la literatura y corresponden a una extensa gama de propósitos de investigación, como: describir tendencias y patrones, evaluar variaciones, identificar diferencias, medir resultados y probar teorías.

Así mismo se estudiarán y analizarán los valores cualitativos verificando las características físicas dejadas por el proyectil (postas) al momento de impactar contra un objetivo a diferentes ángulos y distancia; menciona Hernández, et. al. (2014, P. 358) El enfoque cualitativo se selecciona cuando el propósito es examinar la forma en que los individuos perciben y experimentan los fenómenos que los rodean, profundizando en sus puntos de vista, interpretaciones y significados. El enfoque cualitativo es recomendable cuando el tema del estudio ha sido poco explorado o no se ha hecho investigación al respecto en ningún grupo social específico (Marshall, 2011 y Preissle, 2008). El proceso cualitativo inicia con la idea de investigación.

Variables de estudio.

Como variables controladas para el presente estudio, se establecieron los ángulos de inclinación del punto de impacto, la distancia relacionada entre la boca del arma de fuego y el punto de impacto, la altimetría de la superficie a impactar y la altimetría de la boca de fuego del arma con relación al suelo.

Participantes

Para la realización del proyecto se obtiene en asignación por parte de la Escuela de Investigación Criminal, la munición utilizada en las prácticas de disparo, en una cantidad de 80 cartuchos calibre 12 Gauge marca federal encamisados y la escopeta Mossberg M590, los cuales son compatibles entre sí. Teniendo como referencia el trabajo de grado del curso balística XIV se puede afirmar que la práctica de muestra utilizada es igual a lo manifestado por (Ospina Silva, Grijalba Zarate , & Espitia Peña, 2016) “El muestreo aplicado fue de tipo no probabilístico sobre sujetos voluntarios, dado que la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las condiciones que permiten hacer el muestreo (Scharager y Armijo 2001).”

Instrumentos de medición

El instrumento de recolección y análisis de la información se realiza mediante la observación, teniendo en cuenta que (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Batista Lucio, 2010) manifiestas que este método de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías. Útil, por Escalograma de Guttman Técnica para medir las actitudes que al igual que Likert se fundamenta en juicios, ante los cuales los participantes deben externar su opinión seleccionando uno de los puntos o categorías de la escala respectiva” (Pg. 260-261). Estableciendo así las características dejadas por los postas al impactar el objetivo.

De igual forma se realiza la medición del cono de dispersión de los postas una vez son realizadas las pruebas de disparo en los diferentes ángulos, los datos obtenidos son insertados en tabla de Microsoft Excel, toda vez que (microsoft, s.f.) “Excel realiza complejos análisis automáticamente. Asimismo, resume los datos con vistas previas de opciones de tablas dinámicas para que puedan ser comparadas y seleccionar la que mejor se exponga”, datos que son analizados mediante método estadístico, sacando el valor estándar de las mediciones e incertidumbre de las mismas.

Instrumentos

En el presente proyecto se utiliza la escopeta Mossberg M590 calibre 12 Gauge, serie No P318386, la cual presenta compatibilidad con los 80 cartuchos calibre 12 marca federal encamisados, cartuchos que son disparados contra láminas de cartón utilizados como objetivo o punto de impacto, éste soportado por un trípode diseñado en metal con opción para la graduación angular

específico para el presente proyecto, utilizando tácitamente el medidor de ángulos con base magnética; como base soporte para la escopeta es utilizado un mampuesto en madera y neumáticos de vehículo, cinta métrica para toma de distancias (boca de fuego del arma objetivo y boca de fuego del arma al suelo) y por último se documenta fotográficamente el procedimiento utilizando Cámara digital marca Canon Rebel XTI. Elementos que son asignados en calidad de préstamo por parte de la Escuela de Investigación Criminal de la Policía Nacional.

Procedimiento

Para llevar a cabo el presente proyecto de investigación, el procedimiento se realizó en tres fases específicas:

Fase 1. Campo. Se realiza el diseño y construcción de un marco trípode, en el cual se instala el cartón a impactar utilizado como objetivo o punto de impacto, con capacidad de graduar diferentes ángulos y así llevar a cabo el objeto del presente estudio, se verificó la compatibilidad de los cartuchos solicitados con el arma de fuego escopeta Mossberg M590; se inicia con la prueba ensayo error, realizando un disparo a un ángulo cero, abarcando las distancias de 10, 15 y 20 metros, para establecer a qué distancia el pistón de potencia dejaba de acompañar a los postas hasta el punto de impacto y desde ahí empezar a realizar el estudio del cono de dispersión estableciendo como distancia única de prueba 20 metros por ausencia del pistón de potencia, una vez establecida la distancia a efectuar los disparos, se realizan las pruebas en los ángulos 0°, 5°, 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, y 60°, por cada ángulo se efectuaron tres disparos con el fin de determinar si se presentaba el principio de reproducibilidad. Esta actividad fue realizada en el polígono del Batallón de Artillería del Ejército Nacional ubicado en la ciudad de Bogotá.

Fase 2. Laboratorio. Los objetivos impactados (cartones) fueron llevados al laboratorio de balística de la Escuela de Investigación Criminal de la Policía Nacional, con el fin de realizar el análisis físico y toma de mediciones del cono de dispersión de los postas mediante medición simple, una vez logradas las medidas en el conjunto X y Y, se obtiene el área del cono de dispersión, teniendo como referencia los orificios más lejanos, procedimiento que se repitió en cada uno de los cartones impactados.

Fase 3. Análisis de resultados. Se plasman los resultados obtenidos de forma textual en tabla dinámica de Excel y graficados mediante programa estadístico, para que sirva como material de consulta.

Resultados

El grupo de investigación realiza el diseño y construcción de un marco trípode con capacidad de graduar diferentes ángulos, en el cual se instala una lámina de cartón utilizada como objetivo o punto de impacto y se verificó la compatibilidad de los cartuchos solicitados con el arma de fuego tipo escopeta Mossberg M590; una vez obtenidos y verificados los elementos necesarios para la realización del presente proyecto de investigación en prueba de campo, se realiza desplazamiento al Batallón de Artillería No 13 General Fernando Landazábal Reyes, ubicado en la ciudad de Bogotá, lugar en el que se realizan las pruebas balísticas, iniciando con la prueba ensayo error a 0° (grados) 10m (metros).



Imagen 1; prueba de disparo 0°-10m
Fuente. Esta investigación 2017



Imagen 2; se observa los resultados del disparo
Fuente. Esta investigación 2017

En la imagen No 1 se observa el trípode con la lámina de cartón a impactar, el mampuesto en madera y neumático y el grupo de investigación realizando la toma de medidas y angulación para efectuar el primer disparo (0°-10m), observando que a esta medida y angulación, el pistón de potencia impacta sobre la superficie del cartón (objetivo) como se detalla en la imagen No 2. Como se aprecia hay acompañamiento de pistón y la dispersión de los postas es mínima, resaltando que el cartucho utilizado lo conforman 9 postas y en la superficie del cartón solo se observan 6 orificios dejados al paso de los mismos, lo que no permite realizar el análisis para el objetivo del presente proyecto.

Una vez verificada esta distancia, se continúa con la prueba ensayo error, tomando esta vez como referencia la distancia de 0° (grados) 15m (metros)

Imagen 3; resultado prueba de disparo 0° (grados)-15m (metros)



Fuente. Esta investigación 2017

En esta imagen (3) se observa el cartón utilizado para la prueba de disparo, como se aprecia hay acompañamiento de pistón de potencia y la dispersión de los postes es mínima ya que al igual que el impacto anterior se presentan 6 orificios producto del paso de los postes al momento del impacto. Disparo realizado a 0° (grados) 15m (metros). Distancia no apta para realizar el presente proyecto de investigación.

Se toma una tercera distancia, esta vez a 0° (grados) 20m (metros), en la cual se realiza el mismo procedimiento a los anteriores en toma de medidas, fijación del trípode, cartón, mampuesto como base de la escopeta y se realiza la prueba de disparo.

Imagen No 4; plano general del disparo a 0° (grados)-20m (metros)



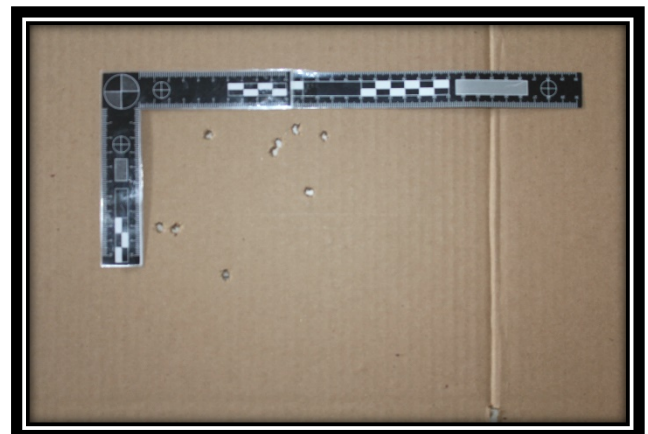
Fuente. Esta investigación 2017

Imagen No 5; primer plano una vez realizado el disparo



Fuente. Esta investigación 2017

Imagen No 6; primerísimo plano del disparo.



Fuente. Esta investigación 2017

En la imagen No 4 se observa de manera general el escenario de disparo, se detalla el trípode con la lámina de cartón a impactar (objetivo), la toma de distancia (20m) utilizando cinta métrica, fijación del mampuesto en madera y neumático como base del arma de fuego (escopeta

Mossberg M590) y el grupo de investigación efectuando el disparo a 0° (grados) 20m (metros); en la imagen No 5 en un primer plano se detallan las características del cono de dispersión dejadas por los postas al momento del impacto y en la imagen No 6 se aprecia que la dispersión de los postas es total, ya que impactan los 9 postas que conforman el cartucho y no hay presencia del pistón de potencia, lo que hace que esta distancia sea óptima y adecuada para proceder a realizar las pruebas de disparo con incidencia angular.

Una vez establecida la distancia de 20 metros, adecuada para la realización de las pruebas balísticas, se procede a realizar tres disparos por cada ángulo de estudio con el fin de determinar si se presenta el principio de reproducibilidad, iniciando en el ángulo de 0° (grados) y aumentando gradualmente 5° (grados) hasta el ángulo de 10° (grados), posteriormente se aumentó gradualmente de 10° (grados) hasta el ángulo de 60° (grados) utilizando para tal fin un medidor de ángulos con base magnética.

Durante la realización de las pruebas balísticas de disparo, se observa que las características de la dispersión dejadas por los postas son totales, ya que impactan los 9 postas que conforman el cartucho calibre 12 gauge tomado para las pruebas de disparo.

La angulación máxima tomada fue de 60° (grados), toda vez que al realizar la prueba de disparo a 70° (grados) la dispersión de los postas se salen en su mayoría del punto de impacto, lo que significa que esta distancia se aleja del objetivo general del presente estudio.

Imagen No 7; disparo realizado a 70° (grados) 20m (metros).



Fuente. Esta investigación 2017

Una vez culminadas las pruebas de disparo antes mencionadas, se realizan disparos adicionales, tres a 15 m (metros) 50° (grados) y tres a 25 m (metros) 50° (grados), con el fin de establecer si la dispersión de los postas se repite o no, respecto a la dispersión obtenida a 20 m (metros).

Imagen No 8; disparo a 50° (grados) 20 m (metros)



Fuente. Esta investigación

Imagen No 9; disparo a 50° (grados) 15 m (metros)



Fuente. Esta investigación

En las imágenes 8 y 9 se ilustran los disparos adicionales realizados, como se aprecia en el disparo a 15 m (metros) hay presencia de pistón de potencia y en la distancia de 25 m (metros) no se presenta acompañamiento del mismo.

Una vez culminadas las labores de campo, se realiza el análisis físico y toma de mediciones del cono de dispersión de los postas mediante medición simple, utilizando flexómetro, medidas que son tomadas en el conjunto X (Plano horizontal) estableciendo como referencia el orificio izquierdo y derecho más lejanos y en el conjunto Y (plano vertical) estableciendo como referencia el orificio superior e inferior más lejanos; así mismo se obtiene el área del cono de dispersión de los postas, tomando como referencia las distancias entre los orificios más lejanos, procedimiento que se repitió en cada uno de los cartones impactados. Trabajo realizado en el laboratorio de balística de la Escuela de Investigación Criminal de la Policía Nacional.

Imagen No 10; toma de medición en conjunto X



Fuente. Esta investigación 2017

En la imagen No 10 se observa la relación de medida en el conjunto X (Plano horizontal), medición realizada con flexómetro.

Imagen No 11; toma de medición en conjunto Y



Fuente. Esta investigación 2017

En la imagen No 11 se ilustra la medición en el conjunto Y (Plano vertical), relaciones en las que se obtienen las medidas reales en cada conjunto estableciendo el promedio de los mismos. Una vez analizados las láminas de cartón y obtenidas cada una de las medidas en el conjunto X y en el conjunto Y junto con cada promedio, son insertados en tabla dinámica de Excel tal cual como se representa en la siguiente imagen.

Imagen No 12; cuadro Excel relación métrica disparos

DIST. DISP.	N°ORIF.	CONJUNTO		PROMEDIO		AREA DE DISPERSIÓN	PROMEDIO
		X	Y	X	Y		
10m - 0°	2	4,3	2,0	0,0	0,0	9,6	0
15m - 0°	6	7,0	7,3	0,0	0,0	22,5	0
20m - 0°	9	12,2	11,0	12,7	10,7	36,6	37,8
	9	15,9	13,2			45,8	
	9	10,1	8,0			31	
20m - 5°	9	12,0	13,4	17,7	15,6	39,5	53,1
	9	14,5	18,0			51,4	
	9	26,5	15,5			68,4	
20m - 10°	9	10,5	19,0	13,8	15,0	38,9	45,9
	9	19,0	11,9			52,6	
	9	12,0	14,0			46,1	
20m - 20°	9	27,5	13,5	24,7	13,8	47,3	54,9
	9	34,7	15,0			78	
	9	12,0	12,9			39,3	
20m - 30°	9	8,8	15,2	9,5	13,9	39,3	37,5
	9	7	11,5			29,7	
	9	12,6	15			43,4	
20m - 40°	9	8,9	11,4	22,1	15,2	33,6	58,4
	9	9,7	12,8			34,6	
	9	47,7	21,5			107,1	
20m - 50°	9	12,4	22,8	15,7	25,1	57,7	63,3
	9	13,5	26,1			62,7	
	9	21,1	26,4			69,6	
20m - 60°	9	13,8	43,5	17,5	32,3	91	76,4
	9	23,9	34,7			87	
	9	14,8	18,7			51,3	
15m - 50° *	9	14,5	10,2	9,1	10,3	38,5	30,3
	9	4,7	13,3			29,5	
	9	8,2	7,5			22,8	
25m - 50° *	9	24	12,1	21,8	26,8	58,4	75,5
	9	13	35,4			76,8	
	9	28,3	32,8			91,2	

Fuente. Esta investigación 2017

En la tabla se representa la distancia entre el objetivo y la boca de fuego del arma, el ángulo de inclinación del punto a impactar, el número de orificios dejados por los postes a su paso por el objetivo (9 postes), los conjuntos de dispersión en X y Y con su respectivo promedio, así como el área de dispersión y promedio; datos que son significativos y/o representativos para el análisis estadístico de los mismos.

Los resultados descritos en la imagen N° 12, son graficados mediante programa estadístico software R versión 3.3.1 con el uso del editor RStudio, de los cuales se obtuvo el siguiente estudio. El método estadístico utilizado para el análisis de los datos obtenidos y plasmados en tabla Excel fue estadística descriptiva, dentro de las medidas que fueron recolectadas a través de la experimentación se cuenta con tres variables que pueden ser resumidas a través de pocos valores.

El objetivo de este análisis es encontrar las posibles relaciones entre el área de dispersión observada de acuerdo con factores que fueron controlados. De esta forma la variable respuesta es el área de dispersión y las demás variables: ángulo y distancia, serán consideradas como variables explicativas. Además de estas variables es considerado el conjunto en Y, el conjunto en X y el número de orificios.

La distancia puede tomar los valores 10, 15, 20 y 25. A través de los diferentes experimentos se observa que el número de orificios varía entre 1, 6 o 9 siendo 9 orificios observados en los 30 de las 32 repeticiones del experimento.

El área de dispersión presentó un comportamiento asimétrico, resultando más probable encontrar valores entre las 35 y 55 unidades que valores menores a este. En promedio, se observó un área de dispersión de 50.9 cm, con una desviación estándar de 22.9 cm. Para el conjunto X y Y se observó un promedio de 15.8 y 11.8 respectivamente con desviaciones estándar de 9.4 y 9.2. Un resumen completo de estas medidas puede ser encontrado en la tabla 1.

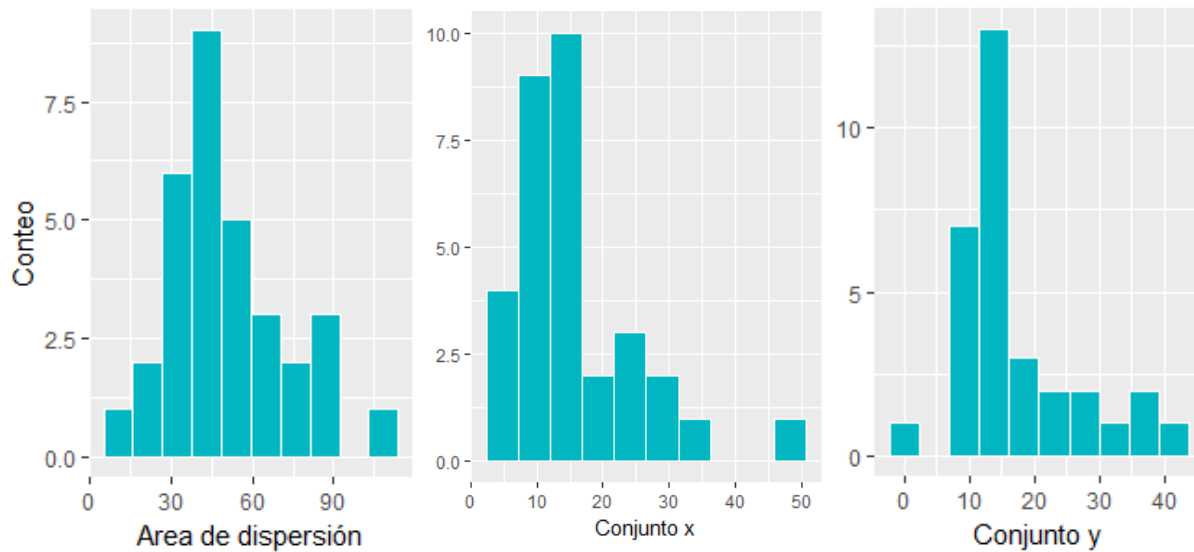
Tabla 1. Medidas descriptivas para el área de dispersión, y los conjuntos X y Y.

Variable	Mínimo	Promedio	Mediana	Máximo	Desviación estándar
Área de dispersión	9.6	50.9	45.9	107.1	22.9
Conjunto X	4.3	15.8	12.8	47.7	9.4
Conjunto Y	2.0	11.8	13.7	43.5	9.2

Fuente. Esta investigación 2017

Los histogramas de frecuencias para estas variables están dispuestos en el gráfico 1, donde se observa que acorde a las estadística descriptiva estas cuentan con una asimetría a la derecha. Las áreas de dispersión están concentradas en valores relativamente cercanos a la media y la mediana. Los valores de los conjuntos X y Y por su parte toman con mayor probabilidad valores bajos entre los rangos de 10 m y 20 m.

Grafico 1. Histogramas de las áreas de dispersión, conjunto X y Y.

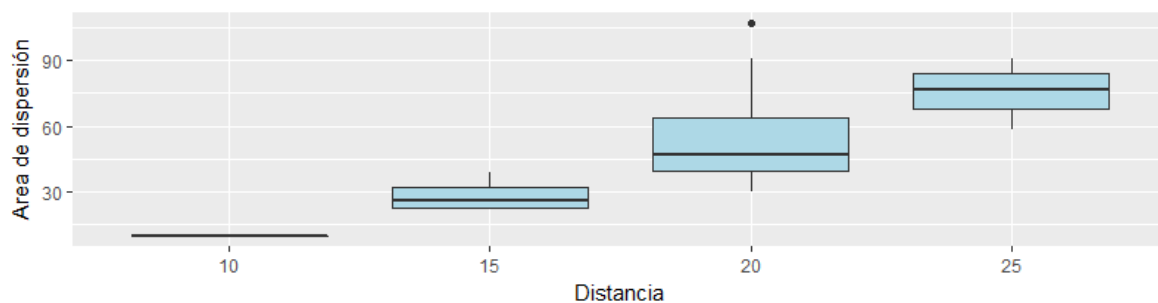


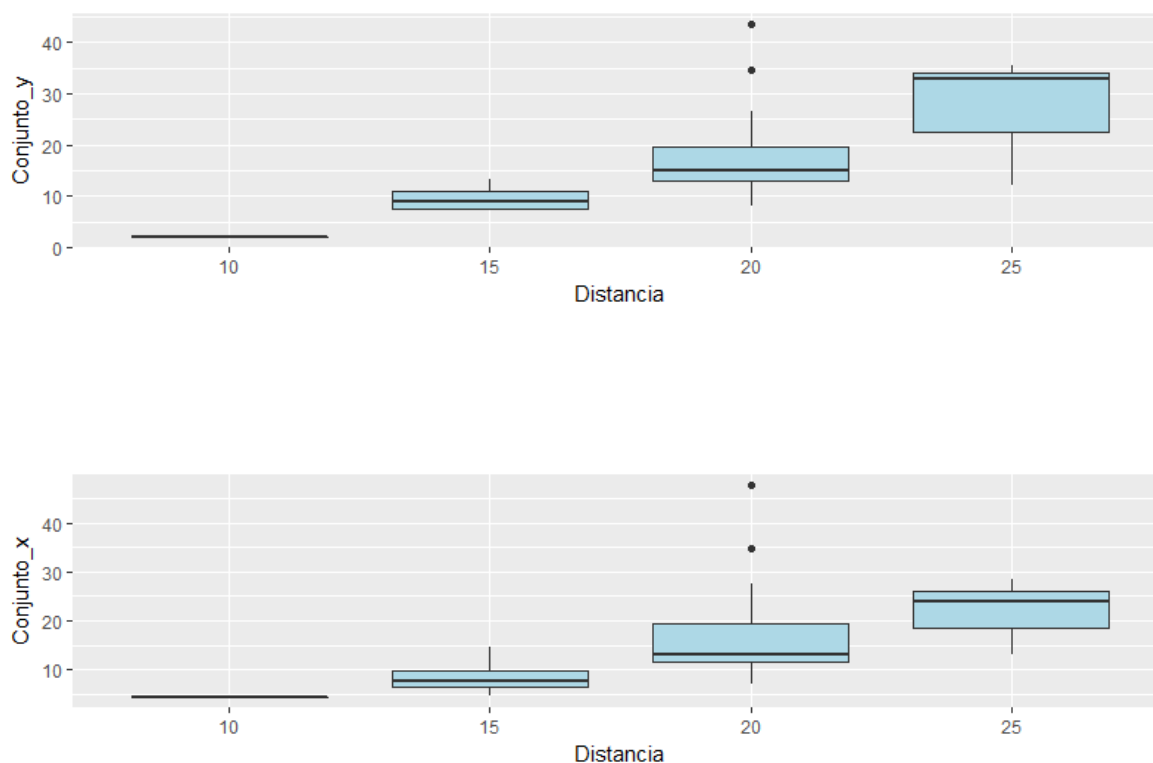
Fuente. Esta investigación 2017

Las relaciones entre las variables Distancia vs Área de dispersión, conjunto X y conjunto Y; se presentan medidas que ayudan a establecer posibles relaciones entre varias variables; para comenzar se analiza la posible relación entre la distancia y los valores de las áreas de dispersión y los valores de los conjuntos X y Y. Para ello se presenta un gráfico de cajas (ver conjunto Grafico 2) en donde cada una de las cajas representa tanto la mediana como una medida de variabilidad de los valores del área de dispersión (largo de la caja).

A medida que aumentan los valores de la distancia también existe un aumento en el área de dispersión; el mismo comportamiento se observa para el conjunto X y el conjunto Y, hay que tener en cuenta que el estudio fue realizado a una distancia de 20 m.

Grafico 2. Histogramas o gráficos de cajas





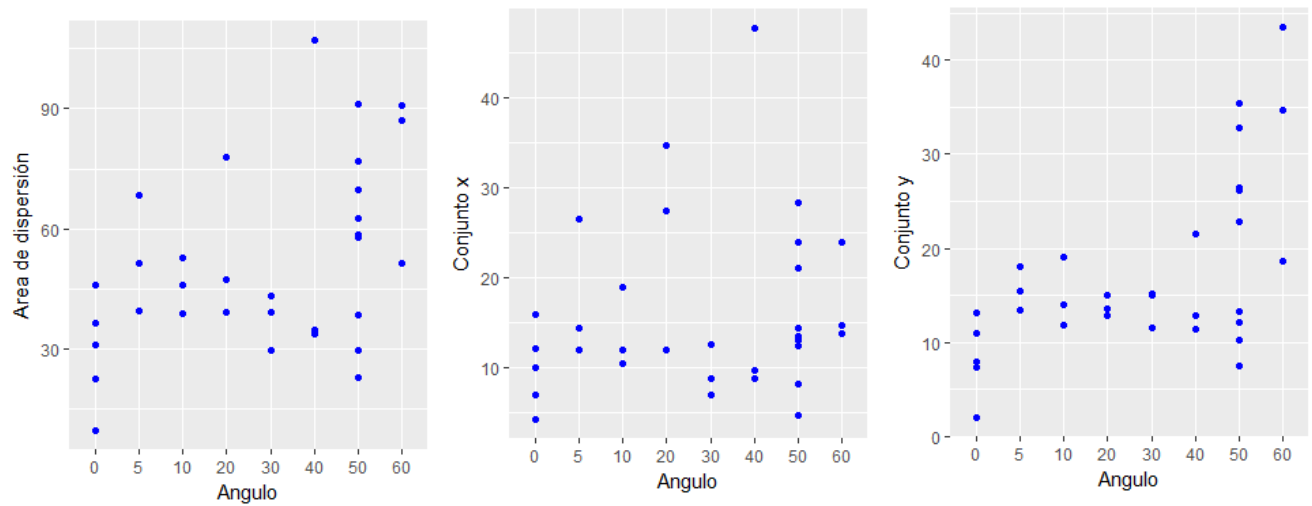
Fuente. Esta investigación 2017

Se analiza ahora la posible incidencia del ángulo de disparo y el área de dispersión, así como las variables de conjunto X y Y. Se observa que a medida que el valor del ángulo aumenta el área de dispersión sufre varias fluctuaciones, antes de los 10° el área de dispersión aumenta, luego, entre los 20 y 40° se observa un comportamiento decreciente en el área de dispersión.

Finalmente, para los valores superiores a 40° se observa una tendencia creciente. Cabe resaltar que la variabilidad de las observaciones aumenta con el ángulo de disparo. Se observa que para ángulos mayores las variaciones entre el área de dispersión aumentan a medida que aumentan los valores del ángulo, sobre todo para ángulos superiores a 40°. Como se representa en el gráfico 3 histogramas de puntos.

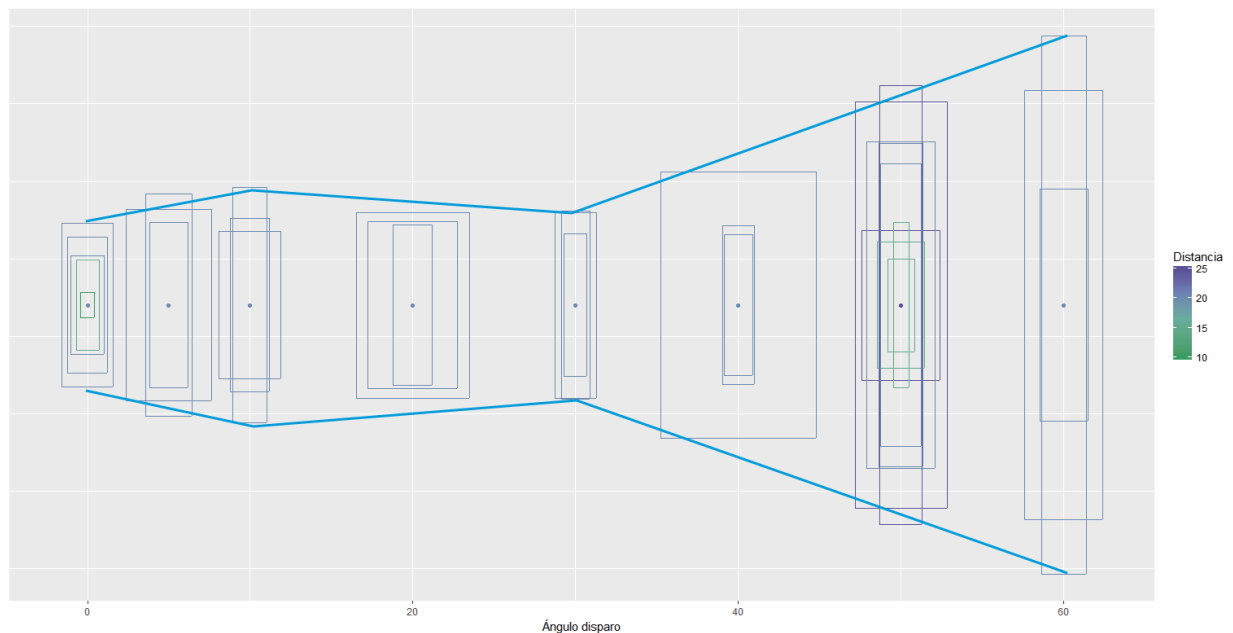
Cuando se compara el ángulo con las distancias en el eje X y el eje Y para cada uno de los ángulos se observa que a medida que la distancia es mayor existe un aumento en el eje X y en el eje Y. Nuevamente, para ángulos cercanos a 40° se observan dispersiones menores; esta información se ve reflejada en la gráfica 4.

Grafico 3. Histogramas de puntos



Fuente. Esta investigación 2017

Grafico 4. Angulo de disparo vs conjunto en X y conjunto en Y para los diferentes valores.



Fuente. Esta investigación 2017

Para poder medir la influencia del ángulo de disparo y la distancia en el área de dispersión, en el conjunto X y el conjunto Y, se propone realizar un modelo de regresión. Primero, se observa que la correlación existente entre el área de dispersión y el conjunto X es de 0.79, entre el área de dispersión y el conjunto Y es de 0.81 y la correlación entre el conjunto X y el conjunto Y es de 0.32.

Por lo cual, para evitar colinealidad entre las variables del modelo se modelará sin el área de dispersión ya que este está medida a través del conjunto X y el conjunto Y.

Al ajustar el modelo de regresión lineal se observa que las variables de distancia y ángulo son estadísticamente significativas, sin embargo, el modelo en si tiene un R cuadrado ajustado de apenas el 45% lo que indica que con las variables y datos observados solo es posible explicar un 45% de la variabilidad total. Esto puede deberse a factores físicos no observados en el experimento y que para experimentos posteriores puede ser considerado.

Para evaluar si existen asociaciones estadísticamente significativas entre el ángulo, la distancia y la dispersión se hace al análisis de varianza para las dos variables considerando un modelo lineal generalizado con un enlace gamma inverso. La tabla 2 muestra el análisis de varianza para el modelo que relaciona la cantidad de marcas con la distancia y el anillo. Con un nivel de significancia del 5% se puede decir que de forma conjunta las dos variables aportan en la explicación del área de dispersión de las postas al momento del impacto.

Tabla 2. Resultados del anova para el modelo propuesto

	Grados de libertad	Error cuadrático medio	Estadístico F	p. valor
Angulo	1	1646	5.38	0.02751
Distancia	1	5684	18.604	0.00017
Error	29	150		

Fuente. Esta investigación 2017

El modelo encontrado que explica la variabilidad en el área de dispersión de las postas al momento de impactar es:

$$\text{Área estimada} = -38 + 4.03 \text{ distancia} + 0.34 \text{ ángulo}$$

El modelo cuenta con un promedio de los errores de 1.06×10^{-15} , es decir que en promedio los errores observados son cercanos a cero con un valor de error l estándar de 17.48. Para este modelo se validó que no hubiera colinealidad ni heterocedasticidad.

La tabla 3 muestra los valores de los intervalos de confianza del 95% para los valores de los parámetros estimados asociados a las variables del modelo junto con su valor t y su respectivo p-valor para la significancia individual de cada uno de los parámetros.

Tabla 3. Coeficientes, errores estándar, valor t y p-valor de cada una de las variables asociadas al modelo.

Variable	Estimación	Error estándar	Valor t	p-valor
Intercepto	-38.02	21.09	-1.803	0.0818
Distancia	4.033	1.096	3.680	0.0009
Angulo	0.346	0.145	2.321	0.0275

Fuente. Esta investigación 2017

Conclusiones

Una vez realizado el estudio, se observa una dispersión irregular de los postas, teniendo en cuenta que la dispersión en algunos casos fue mayor y en otra menor. Antes de los 10° el área de dispersión aumenta, luego, entre los 20° y 40° se observa un comportamiento decreciente en el área de dispersión. Finalmente, para los valores superiores a 40° se observa una tendencia creciente. La variabilidad de las observaciones aumenta con el ángulo de disparo. Se observa que para ángulos mayores las variaciones entre el área de dispersión aumentan a medida que aumentan los valores del ángulo, sobre todo para ángulos superiores a 40°.

Observadas las características del cono de dispersión de lo postas una vez impactan la superficie, no se puede fijar o establecer un patrón específico, debido a que el comportamiento de los mismos es impredecible al aumentar o disminuir la angulación del disparo.

La medición de los disparos de carga múltiple es realizada teniendo en cuenta la dispersión en dos ejes lo que permite identificar un comportamiento relativamente similar en el eje Y, mientras que para el eje X es variable al igual que con la medición teniendo en cuenta el área de dispersión.

Lo anterior se soporta mediante el análisis de campo, laboratorio y análisis de resultados plasmados durante la realización del presente artículo científico, de aporte a la ciencia balística y para que sea útil como material de consulta.

Sugerencias

Se dejan como recomendaciones para el presente artículo científico, que para realizar estudios con munición de carga múltiple, se tenga en cuenta como variable controlada las condiciones ambientales donde se efectúan las prácticas de tiro, ya que puede ser uno de los factores más influyentes en el comportamiento de los postas al momento del disparo.

Para futuras investigaciones, se sugiere, realizar un estudio similar al aquí expuesto, empleando munición de diferente casa fabricante o constituida por perdigones, con el fin de establecer similitudes o diferencias con el presente artículo científico.

Finalmente, se recomienda, ampliar distancias y angulaciones, para establecer el comportamiento de la perdigonada una vez realizado el disparo.

Referencias Bibliográficas

- Armas, Stock;. (31 de agosto de 2016). *stockarmas.com*. Obtenido de stockarmas.com: <http://www.stockarmas.com/distancias-de-uso-de-la-escopeta-defensiva/>
- Cañas, P. E. (11 de Septiembre de 2014). *Google Academico* . Obtenido de www.cuestionessociologia.fahce.unlp.edu.ar/article/view/CSn10a08/6053
- Constitucion Politica de Colombia, C. J. (6 de Julio de 1991). *Constitucion Politica de Colombia*. Bogota D.C., Cundinamarca, Colombia: Congreso de la Republica.
- cruz bonilla, j. o., & vicencio perez , r. (2002). *analisis de trayectorias balisticas y determinacion de rangos de distancia de disparo en armas de fuego de anima lisa con municion de carga multiple* . Bogota D.C .
- Decreto 2535, M. d. (17 de Diciembre de 1993). *Decreto 2535*. Santa Fe de Bogotá, Cundinamarca, Santa Fe de Bogotá: Ministerio de Defensa.
- Delgado, R. A. (Enero de 2010). *Prueba Pericial de Balistica: su aplicacion y valoracion en el sistema penal costarricense* . Obtenido de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/1562/1/31110.pdf>
- Garcia, M. I. (2016). *Efectividad de la tecnica peter gries von-illoswa*. Obtenido de file:///C:/Users/idark/Downloads/Articulo8_Efectividad_de_la_tecnica_Peter_Gries_von-illoswa.pdf
- GUEVARA, C. R. (2010). *Biblioteca digital universidad del aconcagua*. Obtenido de http://bibliotecadigital.uda.edu.ar/objetos_digitales/282/tesis-601-determinacion.pdf
- Guzman, E. C. (Julio de 2011). *Google Academico*. Obtenido de <http://www.mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/1904/1/eguzman.pdf>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *metodología de la investigación sexta edición*. mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Batista Lucio, M. d. (2010). *metodologia d ela investigacion quinta edicion*. Mexico: Mc Graw Hill Education.
- Ibañez, J. (2012). *Tecnicas de Investigacion Criminal* . España: Dickinson.

- Jaramillo, L. M. (1 de Enero de 2012). *La evolucion del delito del porte ilegal de armas de fuego en colombia. cambios legales y jurisprudenciales en torno a este delito desde el 2000 hasta el 2011*. Obtenido de Google Academico: <http://hdl.handle.net/10906/72913>
- Ley 599 Código Penal, C. d. (24 de julio de 2000). Ley 599 Codigo Penal. Bogota, Cundinamarca, Colombia: Congreso de la Republica.
- Ley de Control de Armas de Fuego Honduras, C. N. (19 de junio de 2000). Ley de Control de Armas de Fuego, Municiones, Explosiones y otros similares. Tegusigalpa M.D.C, Distrito Central, Honduras: Congreso Nacional de Honduras.
- Maximiliano, H. L. (2013). *Determinacion Del Angulo De Incidencia Por Signos Balisticos En Perforaciones Efectuadas Con Un Proyectoil De Arma De Fuego En Vidrio Comun Plano*. Obtenido de file:///C:/Users/idark/Downloads/tesis-4710-determinacion(1).pdf
- microsoft. (s.f.). *microsoft Exel 2016*. Obtenido de <https://products.office.com/es-co/excel>
- Moreno, M. D. (2012). *Criminalistica Practica* . Bogotá D.C : Temis S.A .
- Ospina Silva, M., Grijalba Zarate , C. Y., & Espitia Peña, J. F. (2016). Caracteristicas Fisicas del Orificio de Entrada y Residuos de Disparo Generados a Diferentes Distancias Con Escopeta Mosberg 590 Municion Federal Calibre doce Postas encamisadas. Bogotá D.C, Bogotá D.C, Colombia: Rscuela de Investigacion Criminal.
- Pais, R. P. (7 de Febrero de 2014). *El Pais.com.co*. Obtenido de <http://www.elpais.com.co/judicial/fabricas-de-armas-hechizas-se-camuflan-en-casas-de-familia.html>
- Peinado, J. I. (2012). *Tecnicas de Investigacion Judicial*. Madrid España: Dykinson.
- Ruiz Moreno , M. D. (2016). *Balistica Teoria y Practica* . Bogota : Temis S.A.
- Toro Álvarez, J., & Núñez de Arco, J. (2012). *La Investigacion Criminal y la Tecnica Criminalistica*. Obtenido de [www.nunezdearco.com/PDF/Balistica examen alumnos.pdf](http://www.nunezdearco.com/PDF/Balistica%20examen%20alumnos.pdf): [www.nunezdearco.com/PDF/Balistica examen alumnos.pdf](http://www.nunezdearco.com/PDF/Balistica%20examen%20alumnos.pdf)
- VIDRIO, O. C. (2007). *Balística Técnica y forense* . Buenos Aires : Ediciones La Roca.
- Villatoro, J. J. (Octubre de 2013). *La Balistica como elemento esencial para la identificacion y analisis del tipo de arma de fuego utilizado en las escenas del crimen* . Obtenido de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/07/03/Mauricio-Jenny.pdf>.



WWW.POLICIA.GOV.CO