

**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA**



**TESIS**

**Determinación de los efectos expansivos y destructivos en  
diferentes superficies, a partir de las especificaciones técnicas  
de municiones: uni y multiproyectiles**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
LICENCIADO EN FÍSICA**

**ELABORADA POR:**

**Bach. Maldonado García Guillermo Henry**

**ASESOR:**

**Dr. Delgado Wong Martín Augusto**

**ORCID: 0009-0002-0869-4978**

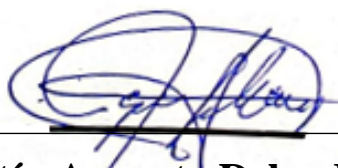
**Lambayeque, 2024**

**FIRMA DEL AUTOR:**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Guillermo', is positioned above a horizontal line.

**Bach. Guillermo Henry Maldonado García**

**FIRMA DEL ASESOR:**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Martín', is positioned above a horizontal line.

**Dr. Martín Augusto Delgado Wong**  
**ORCID: 0009-0002-0869-4978**

**FIRMAS DEL JURADO:**



---

**Dr. Alfonso Ausberto Mendoza Gamarra**

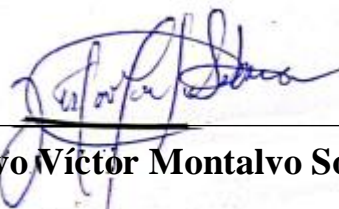
**Presidente**



---

**M.Sc. Jara Hernán Prada Marchena**

**Secretario**



---

**M.Sc. Gustavo Víctor Montalvo Soberón**

**Vocal ---**

## **Declaración jurada de Originalidad**

Yo, Guillermo Henry Maldonado García, y Martín Augusto Delgado Wong asesor del trabajo de investigación ‘‘ Determinación los efectos expansivos y destructivos en diferentes superficies, a partir de las especificaciones técnicas de municiones: uni y multiproyectiles’’, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrará lo contrario, asumo responsablemente la anulación de ese informe y por ende el proceso administrativo a que hubiera lugar. Que pueda concluir a la anulación del título o grado emitido como consecuencia a este informe.

Lambayeque, 29 de julio del 2024

Investigador: Bach. Guillermo Henry Maldonado García

Asesor: Dr. Martín Augusto Delgado Wong

## **Dedicatoria**

### **A Dios.**

Al dador de la vida, quién por su misericordia responde mis oraciones de los cuales uno de ellos fue llegar hasta este momento y que a pesar de las circunstancias de lo que se está viviendo hoy en día, siempre ha sido mi ayuda incondicional.

### **A mi madre**

Por ser la persona más importante de mi vida por guiarme en los caminos de Dios por su cariño, su amor, por sus consejos de nunca rendirme y siempre seguir adelante pese a las circunstancias que se puedan presentar.

### **A mis abuelos**

Por apoyarme en todo momento desde que empecé a tomar la decisión de estudiar Física Pura, Dios bendiga sus vidas.

### **A mi esposa Milagros Bancayán Fernández**

Por brindarme su apoyo incondicional durante todo el desarrollo de la tesis, fue el ingrediente ideal para poder conseguir lograr esta dichosa y muy digna victoria en la vida, el poder haber culminado esta tesis con triunfo, y poder gozar del privilegio de ser complacido, ser grato con esa persona que se preocupó por mí en cada instante y que quiso lo mejor para mi porvenir. Te agradezco por tantas ayudas y muchos aportes no solo para el avance de mi tesis, sino además para mi vida; eres mi inspiración y mi razón.

## **Agradecimiento**

### **A Dios**

Ya que con su ayuda fue posible este trabajo de investigación al brindarme de su sabiduría e iluminarme en toda mi carrera profesional; por ser mi fortaleza al estar conmigo en todo momento.

### **A mis padres**

Especialmente a mis abuelos por brindarme su apoyo constante y amor han podido contribuir en mi formación académica, moral y espiritual, ya que sin su ayuda no hubiera sido posible culminar con éxito mis estudios. Que Dios les bendiga

### **A mi esposa**

Por todo el apoyo incondicional que día a día tuviste conmigo. Siempre motivándome y dándome fuerzas cuando más las necesité. Me siento tan bendecido de que seas mi ayuda idónea.

### **Asesor de Tesis**

Msc. Martín Delgado Wong, quien, con su experiencia y conocimiento han logrado que pueda terminar con éxito mi proyecto de investigación.

### **Técnico de la Policía Nacional del Perú**

T1 Walter Nelson Fernández Mendoza, que trabaja en el laboratorio de Balística de la División de Investigación Criminal (DIVINCRI), que estuvo desde el principio en nuestras prácticas pre – profesionales, ayudándonos a efectuar los disparos con la escopeta modelo 1200.

### **Superior de la Comisaria J.L.O (Armero)**

Félix Paico Roger que brindó de sus conocimientos y experiencia en la balística de efectos dentro del campo de estudio, siendo lo más fundamental para mi formación como profesional.

## **Resumen**

Este trabajo de investigación está orientado a la determinación de los efectos expansivos y destructivos con armas de fuego en diferentes superficies como: madera tornillo y una cabeza de cerdo.

Se utilizó una pistola CZ calibre .380 a 9 mm corto, Revolver S&W, Revolver Smith Weason calibre .38” Chiefs Special, con munición 9mm corto marca REMINGTON de punta ploma ovalada, un cartucho calibre .38” marca AGUILA y una escopeta GA 1200 con cartucho calibre 12 GA.

A partir de las especificaciones técnicas de municiones: uni y multiproyectiles, en la que se experimentó en materiales como madera (tornillo), y en un animal (cerdo) explicando que los efectos son distintos en diferentes cuerpos en las que son impactados, y haciendo uso de las fórmulas físicas se logró determinar el ángulo de tiro y la energía de impacto.

## **Palabras clave**

Efectos expansivos, Destructivo. Uni-proyectil, Multi –proyectil

## **Abstrac**

The purpose of this research work is to determine the expansive and destructive effects with firearms on different surfaces such as: screw wood and a pig's head.

To carry out the experience, a short CZ caliber .380 to 9 mm pistol firearm, Revolver Seller & Bellot, Revolver Smith Weason caliber .38 " Chiefs Special, with 9mm short REMINGTON oval plum point ammunition, a cartridge was used. .38 " caliber AGUILA brand and a GA 1200 shotgun with 12 GA cartridge.

From the technical specifications of ammunition: uni and multiprojectiles, in which it was experimented on materials such as wood (screw), and on an animal (pig) explaining that the effects are different in different bodies in which they are hit, and doing Using the physical formulas it was possible to determine the angle of shot and the impact energy.

### **Key words**

Expansive, Destructive, Uni-projectile, Multi-projectile effects.



## Indice

Resumen .....	6
INTRODUCCIÓN.....	10
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	11
2. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	12
2.1. Síntesis de la situación problemática .....	12
2.2. Formulación del problema de investigación .....	12
2.3. Hipótesis .....	12
2.4. Objetivos .....	13
2.4.1. Objetivo general.....	13
2.4.2. Objetivos específicos.....	13
CAPITULO II: MARCO TEORICO .....	14
3. DISEÑO TEÓRICO.....	14
3.1. Antecedentes de la investigación.....	14
3.1. Bases teóricas .....	15
3.1.1.Efecto Destructivo. ....	15
3.1.2. Efecto expansivo:.....	16
3.1.3. Municiones .....	17
3.1.4. Armas de fuego.....	17
3.2. Tipo de armas .....	18
3.2.2. Variables Independientes .....	30
3.2.1. Variable Dependiente.....	30
Tabla N° 1 .....	30
Variables Independientes: Especificaciones técnicas de municiones .....	30
Tabla N° 2 .....	31
Variable Dependiente: Efectos expansivos y destructivos .....	31
IV. DISEÑO METODOLÓGICO .....	32
4.1. Diseño de contrastación de hipótesis .....	32
4.1.1. Diseño Experimental: .....	32
4.2. Población y muestra .....	32
4.2.1. Población .....	32
4.2.2. Muestra .....	32
4.2.3. Técnicas, instrumentos, equipos, materiales .....	33
Propuesta teórica.....	35
5. RESULTADOS .....	38
6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	44

Fuente 2: Cuadro elaboración propia del investigador .....	50
<b>7. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN .....</b>	<b>54</b>
Fuente 3. Ecuaciones físicas para el estudio del movimiento de proyectiles .....	55
<b>CAPITULO V. Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>55</b>
<b>8. CONCLUSIONES .....</b>	<b>55</b>
<b>8. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>59</b>
<b>10. ANEXOS .....</b>	<b>61</b>

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación se realizó en el CAMPO DE TIRO “CARTUCHOS Y ANZUELOS” CHICLAYO, LAMBAYEQUE, PERÚ. Se ejecutaron 8 (ocho) disparos en madera de tornillo, usando municiones como: .380 auto marca Remington, .38” SPL marca Winchester y .38” SPL marca Sellier & Bellot a distancias de 1 metro, 5 metros, 10 metros, 15 metros, 20 metros, 25 metros, 30 metros y 50 metros, utilizando en él un bull de tiro al blanco ya que se manipularon armas de fuego como: pistola marca CZ y un revólver Smith Wesson, usando un trípode de cámara fotográfica y un recorte de tubo de agua para hacer descansar al tubo de cañón y así los disparos sean unidireccionales. Asimismo, se usó una escopeta GA modelo 1200 marca Winchester, ya que con ella se ejecutaron 7 disparos a distancia de: 1 metro, 2 metros, 5 metros, 10 metros, 20 metros, 25 metros y 30 metros en una superficie elaborada de cartulina marca canson con yute, finalmente se ejecutaron 4 disparos en la cabeza de cerdo, utilizando la munición .38” SPL marca American Eagle a una distancia de 4 metros cada uno. Todos estos disparos fueron ejecutados con apoyo a los agentes policiales que laboran en la división de investigación criminal.

El objetivo de este trabajo de investigación consiste en la determinación de los efectos expansivos y destructivos en diferentes superficies según las especificaciones técnicas de municiones uni proyectil y multi proyectiles, que por ende luego me permitirá evaluar diversas distancias del disparo (corta, media y larga), elección del tipo de munición, ejecución del disparo en diferentes ángulos de impacto y la evaluación del efecto. Así mismo en este trabajo de investigación se plantea lo siguiente: Si se conocen las especificaciones técnicas de municiones: uni proyectil y multi proyectiles es posible la determinación de los efectos de expansión y destrucción de diversas superficies, finalizando con los resultados obtenidos en la experiencia y con el apoyo de expertos en balística forense se darán algunas recomendaciones que se mencionarán a continuación.

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **1.1. Título**

**“DETERMINACIÓN DE LOS EFECTOS EXPANSIVOS Y DESTRUCTIVOS EN DIFERENTES SUPERFICIES, A PARTIR DE LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MUNICIONES: UNI Y MULTIPROYECTILES”.**

### **1.2. Autor:**

**Bach. en Física MALDONADO GARCÍA, GUILLERMO HENRRY.**

### **1.3. Asesor de especialidad**

**DR. MARTÍN AUGUSTO DELGADO WONG**

### **1.4. Línea de investigación**

**Energía.**

### **1.5. Lugar**

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú

**Campo de Tiro “Cartuchos y Anzuelos”, Lambayeque, Perú.**

## **2. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1. Síntesis de la situación problemática**

En la unidad de investigación criminal (DIVINCRI), dentro de las pruebas realizadas con peritos de laboratorio de balística, se tomaron datos sobre los efectos de municiones uni y multiproyectiles, que relacionaban la energía y características técnicas de cada marca de munición, con efectos observados directamente sobre diversas superficies; es este escenario que los peritos manifiestan la necesidad de contactar con métodos y tablas que nos permitan inferir el evento que causo este efecto.

Se desconocía además de información balística y de ecuaciones físicas matemáticas con respecto a los efectos (tales como la trayectoria, las postas, zona de impacto, etc) que son producidos por las municiones uni-proyectiles y multiproyectiles que son disparadas en superficies como la madera, pared de concreto y en un cadáver de animal como por ejemplo la de un cerdo que sus características son muy parecidas a la de una persona, deseando conocer el aporte de la física relacionada a estos casos balísticos que comúnmente se ve cada día.

### **2.2. Formulación del problema de investigación**

¿Cómo las especificaciones técnicas e interacciones, de municiones: uni y multiproyectiles determinan los efectos expansivos y destructivos en diferentes superficies?

### **2.3. Hipótesis**

Si se conocen las especificaciones técnicas de municiones: uni y multiproyectiles es posible determinar los efectos de expansión y destrucción de diversas superficies.

## **2.4. Objetivos**

### **2.4.1. Objetivo general**

- Evaluar los efectos expansivos y destructivos en diferentes superficies según las especificaciones técnicas de municiones uni y multiproyectiles.

### **2.4.2. Objetivos específicos**

- Evaluar diversas distancias del disparo (corta, media, larga)
- Elección del tipo de munición.
- Ejecución del disparo en diferentes ángulos de impacto.
- Evaluación del efecto.

## **CAPITULO II: MARCO TEORICO**

### **3. DISEÑO TEÓRICO**

#### **3.1. Antecedentes de la investigación**

De Solís Galindo R.D, (2018) en su tesis “Modelización y estudio de impactos de proyectiles de expansión sobre placas balísticas”, para optar el grado en ingeniería de tecnologías industriales de la de la universidad Carlos III de Madrid – España, llegó a las siguientes conclusiones:

Según este trabajo donde se pudo realizar estudios tanto en diseño como en simulación de municiones expansivas y el impacto en diversos tipos de placas balísticas en la que se aplica la matemática. Explicando su energía que aporta cada proyectil al momento de impactar en el blanco.

García L.P, (2017), en su artículo “Comparación de efectos entre proyectiles ordinarios de calibre 9x19mm y proyectiles punta hueca de calibre .38 Special. Scielo.” Que se realizó en el Institución Universitaria Medellín, Antioquia, Colombia, llegó a las siguientes conclusiones:

En el artículo vemos la explicación de la energía cinética y su comparación con el daño producido por los proyectiles. Este efecto es comparable con el que se produce en el cuerpo humano, lo que indica que el proyectil de punta hueca puede causar un trauma significativo a los tejidos y causar un dolor aún más severo a las víctimas.

Rojas M, (2015). En su artículo “Heridas por proyectil de arma de fuego en cráneo” realizado en la Universidad de Cartagena, Colombia. Llegó a las siguientes conclusiones.

Que el detalle de las lesiones en la cabeza son una de las principales causas de muerte en todo el mundo, la mayoría de las cuales están relacionadas con heridas de bala en el cráneo. Conocer los cuidados, características y fisiopatología de las

lesiones te dará una idea de cómo manejar estas situaciones cuando se visita diferentes centros médicos, pero teniendo en cuenta las posibles complicaciones. y mejorar la morbilidad. Siempre es una gestión completa que abarca todos los aspectos relacionados.

Muñoz Luna, Estefany Evanely, (2015). En su tesis “Análisis y comparaciones de los efectos producidos por municiones de arma de fuego, y en superficies dentro de escenas del crimen mixtas. Para optar el grado académico de licenciada en investigación criminal y forense de la Universidad Rafael Landívar – Guatemala. Llegó a la conclusión:

Su tratado profundiza en el estudio de las heridas por arma de fuego y aporta información valiosa, como la teoría de la lesión, no solo para determinar la causa de muerte sino también para determinar la entrada y salida de los orificios, distancia de disparo, trayectoria y ángulos de incidencia. Al investigar la información, la lesión es primordial, a esto se refiere la importancia y la necesidad de estudiar y analizar las lesiones, ya que aparte de saber el resultado de lo que produzco la muerte nos puede dar más conocimiento acerca de la posición del victimario, y la distancia en la que fue disparada el arma.

### **3.1. Bases teóricas**

#### **3.1.1.Efecto Destructivo.**

Bringas, R (2003) Es la capacidad que tienen las balas para causar daños en los cuerpos que penetran, actuando en su interior. En los cuerpos vivos, son determinados por la forma y calibre de la bala, su tipo, la velocidad, el lugar que penetran y los órganos que lleguen a tocar en el trayecto seguido en el interior del cuerpo. El calibre influye en la potencia vulnerante, aumentando ésta cuando



mayor es el calibre. Es indudable que una bala causara mayores destrozos si es grande, que sí es pequeña.

La velocidad dará mayor poder vulnerante cuanto mayor sea, pues permite a esta recorrer mayor longitud en el interior del cuerpo, teniendo así mayores posibilidades de tocar órganos importantes, de acuerdo a los órganos que toque, que se encuentren inmediatos y que queden expuestos a la destrucción.

Los órganos tocados incrementan las consecuencias causadas, pues es fácil de comprender la diferencia en que toque un vaso pequeño o uno grande, un músculo pequeño o una víscera importante. Para el hecho de poner fuera de combate a un hombre, tiene mucha mayor importancia que la simple penetración de las balas.  
(pág.142-143)

### **3.1.2. Efecto expansivo:**

Fallas, G (2014) Se produce por causa de la expansión del proyectil.

Son de efecto expansivo todos los proyectiles que han sido fabricados para cacería especialmente, aun cuando algunos han sido fabricados para uso civil.

El efecto expansivo es causado por la expansión del proyectil para que se produzca es necesario que el proyectil choque contra un cuerpo suficientemente duro para que se “abra”.

Si el proyectil de efecto expansivo es disparado contra tejidos blandos es posible que el proyectil no se abra y, por consiguiente, no se produce el efecto expansivo, pero si el impacto es en el pecho y el proyectil choca contra una costilla se deformará y producirá graves daños colaterales.

### **3.1.3. Municiones**

#### **3.1.4. Armas de fuego**

Gonzales A, (2020). Las armas de fuego son aquellas que sirven como fuerza impulsora para la expansión del gas producido por la explosión de la pólvora.

Por su función, las armas de fuego se pueden clasificar en:

**Monotiro:** Esta era una cámara única y que no tiene cargador, por lo que cada vez que se disparaba un tiro para ejecutar otro, el arma tenía que ser extraída manualmente, expulsada y recargada de combustible.

**De repetición:** Son tipos con un tanque capaz de almacenar una variedad de municiones, que pueden disparar secuencialmente con las acciones del tirador tanto de forma mecánica como manual.

**Semiautomáticas.** Considerada un arma semiautomática, una vez que el cargador está completamente cargado y el primer cartucho está instalado en la recámara, el movimiento de la cola del gatillo es suficiente para producir disparos sucesivos; Es decir, cada vez que queremos hacer una foto, solo tenemos que apretar el gatillo. La fuerza del gas producido por la explosión de pólvora es lo que hace toda la preparación del arma para el siguiente disparo.

**Automáticas:** Estos son aquellos que, siguiendo los mismos pasos que el semiautomático, continúan disparando mientras el gatillo esté bloqueado y los cartuchos aún en el tanque. (Pág20)

### **3.2. Tipo de armas**

#### **Revolver:**

Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, (2020) Este es un revólver con un tambor giratorio de cinco a nueve cámaras que se carga manualmente. Para disparar, cuando el cañón se gira a una posición en la que la siguiente recámara se alinea con el cañón del arma, se presiona el gatillo (gatillo) para liberar el percutor del martillo y tirar de la bala. Los cartuchos liberados permanecen en el cilindro hasta que se descargan manualmente (página 9).

#### **Pistola:**

Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (2020) Se refiere a pistolas o revólveres diseñados para funcionamiento semiautomático. El cañón es parte del cañón de la pistola. Las municiones generalmente se cargan en el cargador montado en el mango. Cuando se dispara la pistola, empuja la siguiente ronda y expulsa el cartucho usado. (pág. 10).

#### **Escopeta**

UNODC, (2020) es una pistola que llega hasta los hombros con uno o dos cañones acanalados (uno al lado del otro o en una configuración apilada), generalmente diseñada para disparar múltiples rondas pequeñas ("rondas") en lugar de un solo cañón. bala. El tamaño del revólver se llama "calibre" y generalmente tiene un diámetro más grande que otras pistolas pequeñas. (pág. 10)

## **La Balística**

Gonzales A, (2020) Es el estudio del movimiento de proyectiles disparados por armas de fuego. El estudio de la balística es complejo y se trata en física y química, especialmente en los aspectos de termodinámica, metalurgia, aerodinámica, óptica, electrónica, acústica, etc., porque abarca todos los fenómenos que relacionan la balística con un vehículo. Se afectan entre sí, desde el momento en que la bala, en reposo, comienza a moverse dentro del arma, donde adquiere una velocidad que provoca desplazamiento por el aire hasta impactar en el cuerpo del objeto donde se inserta y genera energía, permanece en reposo nuevamente. Este movimiento se puede dividir en tres partes:

### **Balística interna**

Entiende lo que sucede dentro del arma, desde el momento en que el cebador comienza a golpear, provocando una llama de pólvora, los gases crean una amenaza que empuja la bala a través del cañón con una oscilación acelerada. Velocidad, incluso la punta de la pistola de cañón se retrasa. La munición interna estudia los fenómenos que ocurren durante el impacto, la combustión de pólvora y la pulsación de gases; retención de la culata y ajuste del manguito en ella; El inicio de la pelota, su trayectoria, velocidad, barra de torsión, resistencia, energía cinética, desgaste, desgaste del núcleo, tasa de rebote, sesgo y oscilación. Cuando se ejecuta el mecanismo de percusión, todos los mecanismos correspondientes inician y sueltan el martillo, y el martillo golpea la aguja y la aguja entra en contacto con el pistón a su vez. Cuando se presiona, la mezcla explosiva comienza a explotar. La duración de este retardo de tiempo varía de 2 a 6 milisegundos. Cuando se presiona el disco del gatillo, explotará entre el percutor y el yunque y comenzará la combustión de la pólvora. Esta ráfaga dura

0,2 milisegundos y se conoce como retardo de ráfaga. La cápsula de inicio contiene de 20 a 30 miligramos de la mezcla de iniciador que explota en una masa de gas caliente en una centésima de milisegundo.

Cuando las partículas de polvo reciben una chispa del pistón de arranque, se encienden, produciendo gas y aumentando la presión en la cámara. Con un aumento en la presión de los gases, las paredes de la carcasa, apoyadas contra las paredes de la cámara y hacia atrás, se expanden en el plano de la tapa, mientras que, en el frente, la bola se libera en la boca de la celda de la celda. La vaina debido a su expansión, por presión de repulsión del gas, avanza. En este punto, el acelerador está tratando de evitar la bala, pero cuando la bala tiene un rasguño, se mueve hacia adelante, mientras que la tapa trasera evita que se escape el gas. La trayectoria de la pelota desde que sale de la funda hasta que golpea el rasguño se llama trayectoria de vuelo libre. La bola está sometida a una aceleración muy fuerte debido a la presión de los gases que continúan formándose dentro de la cámara. Al eliminar el rayón, obtiene la velocidad de rotación requerida. El tiempo que tarda la bala en atravesar el cañón es de entre 0,8 y 1 milisegundo. Así, el tiempo de todos los fenómenos de impacto, encogimiento y desplazamiento de la bala a través del cañón del arma en el arma varía de 3 a 8 milisegundos. La presión del gas de pólvora en armas pequeñas varía de 2300 a 3900 kPa.

### **El cartucho**

Se puede definir como un cuerpo compacto y único, que reúne todos los elementos necesarios para lograr un solo disparo.

**Cartucho metálico:** Es un caparazón totalmente metálico y se usa ampliamente en armas de cañón. Los componentes o elementos que componen el cartucho metálico son:

**El pistón:** Se le conoce con los nombres de cápsula iniciadora, iniciador, fulminante y cebador. Puede definirse como una cápsula de metal, latón o cobre, que contiene un explosivo de arranque que, al ser lesionado por el percutor del arma, comprime la mezcla explosiva contra la protuberancia interna llamada yunque, provocando la explosión, la carga se libera a través de uno o dos orificios llamados "oídos". El pistón va alojado en el culote de la vaina a presión, protegido del exterior por medio de barnices o lacas.

**La carga de proyección:** Consiste en un explosivo flagrante, la pólvora, como todos los explosivos, que tiene la propiedad de que cuando se enciende con una llama de un pistón, aumenta de tamaño muy rápidamente, creando un gran gas que se utiliza para dirigir el proyectil. en el aire exterior. La apariencia de la pólvora tiene muchas formas, tales como: losa, amorfa, tubular, de disco, bloque, esférica, rómbica, entre otras. Y su color dependerá de qué aditivos agregue el fabricante a la composición, desde gris claro hasta gris oscuro, pasando por verde, marrón, caqui, etc. Para hacer estos polvos "sin humo", se agregan pequeñas cantidades de sales alcalinas neutras y para hacerlos sales de potasio "no inflamables" de los ácidos sulfúrico, nítrico, fosfórico, clorhídrico y oxálico.

**La bala:** Es un proyectil colocado en un casquillo, y una vez que se trabajan las ranuras en el arma de estudio, se lanza al espacio a través del cañón. El plomo son cuerpos metálicos formados por uno o más de los elementos que componen la aleación. Se puede dividir en tres partes:

**Punta u ojiva:** Es la parte de la bala que atraviesa las capas del aire y choca en el primer lugar contra el objetivo. Por eso, y dependiendo de las prestaciones que se deseen obtener, puede ser más o menos aguda su ojiva, pudiendo tener diversas estructuras.

**Cuerpo o forzamiento:** Es la parte que toma el estriado del cañón. Es de calibre ligerísimamente superior al del ánima, para que al tomar el rayado no haya fuga de gases; es, asimismo, el lugar en el que hay que buscar, a la hora de un examen de balística, las marcas de las estrías.

**Culote:** Es la parte trasera de la bala, la que recibe directamente el empuje de los gases de la carga de proyección.

Según su naturaleza. Son de plomo, de latón, de bronce, de cuproníquel, de cobre, de madera, de cartón, de plástico, de acero, de aluminio, etc., si bien son las siguientes:

**Blindadas:** Se trata de conchas de cobre (según la marca, la composición contiene 80% -90% de cobre, según la marca y 20% -30% de zinc) y núcleos de plomo blando. Tienen un gran poder de penetración.

**Semi blindadas:** Estos son aquellos en los que el blindaje de cobre no protege parte del plomo del interior. Puede ser suave o duro. En ambos casos, cuando el proyectil impacta en el objetivo, el impacto y el efecto de captura requieren una mayor distorsión de la bala posteriormente.

**De plomo:** Su composición varía porque el plomo se combina con el estaño y el antimonio para mejorar el estado de la bala.

## Formas de las balas

**Por la forma geométrica:** Vienen en formas aerodinámicas, esféricas, cilíndricas, cilíndrica-cónicas, cilíndricas, esféricas y más.







**Por la forma de la punta:** Son suaves, de nariz falsa, puntiagudas, planas, romas, etc.

**Por la función y efectos:** Puede ser deportivo, extendido, explosivo, incendiario, objetivo, ligero, normal, piercing, tracking, etc.

**Por la forma del culote:** Huecas, perforadoras, talonadas, troncocónicas, etc.

**Por la forma del cuerpo:** Lisas, estriados, moleteadas, entalladas, etc.

**Figura 2:** Modelos de balas

	Bala blindada ordinaria
	Este tipo de bala de la casa LAPUA, se conoce como CEPP y está diseñada para obtener la penetración de una bala blindada, con las virtudes en los rebotes de una semiblandada. Está siendo adoptada como munición oficial de los cuerpos de seguridad de varios países.
	Bala semiblandada.
	Bala semiblandada con punta hueca.
	Bala semiblandada con la punta hueca y con los cortes para su expansión marcados.
	Esta es la wad-cutter, utilizada para tiro deportivo.

**Fuente:** Curso Balística Cortijo José.



**La vaina:** Es un contenedor tubular con carga de caída interna; Las cajas de inicio están ubicadas en la parte trasera y la munición se pliega desde el cañón del arma en la parte delantera. La función de la pistolera es que se expande fácilmente al introducirla en la recámara y encaja perfectamente, evitando que se escape el gas generado por la explosión y evitando que sea expulsado por completo, facilitando su explotación.

**El cartucho semimetálico:** Estos son aquellos cuya composición incluye tanto materiales metálicos como otros. Tal es el caso de los cartuchos de cargador utilizados para pistolas donde la carcasa suele ser de plástico, cartón o similar y los pantalones cortos son de metal, lo que realza la vaina. Los componentes incluyen: carcasa, pistón, carga proyectada, tope, bala o pista balística y tapa o cierre.

**La vaina.** Consiste en un cuerpo cilíndrico que puede ser de cartón, de plástico o metal.

**El pistón:** Es una cápsula iniciadora y tiene una mezcla similar a un cartucho de metal.

**La carga de proyección** En la cartuchería semimetálica, la pólvora más empleada es la de "una base", siendo la de "doble base" menos empleada. Cuando las pólvoras son muy progresivas se denominan duras y se utilizan para iniciadores muy sensibles y de gran potencia.

**El taco:** El taco en los cartuchos semimetálicos va colocado entre la carga de proyección y el proyectil o proyectiles. Puede ser de cartón, serrín prensado, etc. La función principal de la tapa es sellar el gas de la pólvora.

**El proyectil:** Los gases de la explosión de pólvora atrapada tienden a escapar hacia la boca para repeler los proyectiles. Si el tapón no está presente, los gases, que son mucho más ligeros que el proyectil, se esparcirán por el interior del cañón y se perderá el impulso ya que los gases anteriores no se bloquearán. Además, los gases derretirán los pellets y los soldarán entre sí debido al gran poder calorífico que generan. Cuando se

dispara una bala en lugar de una torreta o disparando, ocurre el mismo fenómeno, ya que la bala debe ser un poco menor que el diámetro del cañón (esto se aplica solo a los cañones de disparo suave) y además en este caso el gas superará la balística. dentro del cañón. Una vez que las cáscaras salen del pedernal, el bloque vendrá

Para aquellos que se encuentren a corta distancia y pierdan velocidad debido al bajo peso hasta que caen, los proyectiles continúan en su dirección. Entre las municiones que se pueden disparar con un arma de ánima lisa: balas perforantes, cuña y plomo.

**La tapa u opérculo de cierre:** El cierre de los cartuchos semimetálicos se reduce a un simple tapón o tapa de cartón, corcho, celulosa o plástico, el número de balas o el tipo de munición que porta. Las características que debe tener son: Puede degradarse fácilmente; Ayuda a mantener todo el proyectil compacto antes de disparar y es resistente a impactos, caídas y roturas.

**Balística externa.** Estudia el movimiento de las balas desde la salida del arma hasta dar en el blanco.

Cortijo, J. (2016), La **Trayectoria balística** es la trayectoria de vuelo que sigue un cuerpo sometido únicamente a su propia inercia interaccionando con la fuerza de la gravedad. Las trayectorias balísticas debido a la acción de la gravedad forman una parábola.

En el estudio de la balística externa veremos:

**Trayectoria.** La definimos como aquella línea imaginaria descrita por el centro de gravedad del proyectil durante su recorrido en el aire. El origen de la trayectoria se encuentra en el centro de la boca del arma, En el momento en que se efectúa el disparo. Por otro lado, se conoce como vértice de la trayectoria el punto más elevado de esta relación al horizonte del arma. Como ya se ha dicho, los proyectiles en su vuelo

describen un movimiento elíptico. Pues bien, la primera parte de este movimiento antes de llegar al vértice, es la rama ascendente de la trayectoria, comprendida entre el vértice y el punto de llegada o incidencia el cual, a su vez, puede definirse como el punto en que la rama discente de la trayectoria encuentra el horizonte del arma. Finalmente, consideramos dentro del estudio de las trayectorias el concepto de tensión de la trayectoria, definido como el mayor o menor grado de curvatura de la trayectoria. Será tanto mayor la tensión, cuando menor sea la altura de tiro a igualdad de alcance, En otras palabras, la trayectoria es más tensa cuando más se aproxima a la línea recta.

**Líneas:** Son líneas formadas por el arma, los proyectiles, o los alineamientos de miras para determinar aspectos como la procedencia de un disparo, la situación de un tirador, la precisión que cabe obtener del disparo, etc. Entre las líneas a analizar, tenemos:

**Línea de tiro:** Es la determinada por la prolongación del eje del arma dispuesta para el disparo.

**Línea horizontal:** La forma recta que une el origen de la trayectoria con el punto de caída.

**Línea de proyección:** O tangente al origen de la trayectoria. No coincide generalmente con la de tiro.

**Línea de situación:** Une el origen de la trayectoria con el punto del objetivo que desea batir.

**Línea de mira:** Es aquella que parte del ojo del tirador, y pasa por los elementos de puntería terminando en el blanco.

**Flecha o altura de tiro:** Es la mayor perpendicular trazada desde la trayectoria hasta la línea de situación.

## **Ángulos**

**Ángulo de elevación:** Es el ángulo formado por la línea de tiro.

**Ángulo de caída:** El formado por la tangente a la trayectoria en el punto de caída, con el horizonte del arma.

**Ángulo de llegada o de incidencia:** Formado por la tangente de la trayectoria en el punto de llegada con la superficie del terreno del blanco.

**Ángulo de mira:** El formado por la línea de tiro y la de mira.

**Ángulo de proyección:** Es el formado por la línea de proyección y el horizonte del arma.

**Ángulo de vibración:** Es el formado por la línea de proyección y la de situación.

**Ángulo de situación:** Es el ángulo formado por la línea de situación con el horizonte del arma. Es positivo cuando el objetivo está por encima del horizonte del arma.

## **Balística de efectos**

**Moreno, G.** (1986). Nos menciona que la balística de efectos, como su nombre lo indica, estudia el daño producido por el proyectil a un objetivo u otras posibilidades que lo determinen. (pág.20).

## **Velocidad del proyectil**

Es aquella magnitud física vectorial que mide la rapidez (módulo de la velocidad) de cambio de posición que experimenta el proyectil.

**Moreno (2010):** ``En física, la velocidad tiene dos componentes. La velocidad o valor de movimiento y la dirección del movimiento. Como se utiliza comúnmente en el campo de armas de fuego, la velocidad se refiere simplemente a la velocidad de la bala o proyectil a un punto determinado de su trayectoria. Los fabricantes de cartuchos usualmente publican tablas de balística en las cuales muestran la velocidad **aproximada** del proyectil de un cartucho en particular a la boca del arma.

### Movimiento parabólico de los proyectiles

Se considera un proyectil que tiene rapidez inicial y está sometido a la aceleración de la gravedad (  $-g$  ), dirigido en la dirección vertical. El movimiento del proyectil está en el plano XY. Movimiento Horizontal: visto por un observador, situado en el eje Y, el movimiento es rectilíneo uniforme, MRU:

$$\vec{a}_x = 0$$

$$V_x = V_{0x} = V_0 \cdot \cos\theta \dots\dots\dots (1)$$

$$X = V_x \cdot t = V_0 \cdot \cos\theta \cdot t \dots\dots\dots (2)$$

Movimiento Vertical: Visto por un observador, situado en el eje X, el movimiento es uniforme acelerado.

$$\vec{a}_y = -g = \text{constante} - \text{MRUV}$$

$$V_y = V_{0y} \pm g \cdot t \dots\dots\dots (3)$$

$$V_y^2 = V_{0y}^2 \pm 2g \cdot h \dots\dots\dots (4)$$

$$h = h_0 \pm V_0 \cdot t \pm \frac{g}{2} \cdot t^2 \dots\dots\dots (5)$$

De (1)

$$V_x = V_{0x} = V_0 \cos\theta \dots\dots\dots \text{para el eje X}$$

$$V_y = V_{0y} = V_0 \sin\theta \dots\dots\dots \text{para el eje Y}$$

Encontramos su altura máxima ( $H_{\text{máx}}$ ): En el eje Y, la  $V_y = 0$ , y  $V_{0y} = V_0 \cdot \sin\theta$  se reemplaza en (4):

$$0 = V_0^2 \sin^2\theta - 2g \cdot H$$

$$\frac{V_0^2 \sin^2\theta}{2g} = H$$

### **Tiempo de subida ( $t_s$ )**

$V_y = 0$ ,  $V_{0y} = V_0 \cdot \sin\theta$  De (3) se tiene:

$$V_y = V_{0y} \pm g \cdot t$$

$$0 = V_0 \sin\theta - g \cdot t_s$$

$$\frac{V_0 \cdot \sin\theta}{g} = t_s$$

### **Tiempo de vuelo ( $t_v$ )**

$$t_v = 2t_s$$

$$t_v = \frac{2 \cdot V_0 \sin\theta}{g}$$

### **Alcance Horizontal (R)**

De (2) tenemos:  $X = V_x \cdot t = V_0 \cdot \cos\theta \cdot t$

El  $t$  viene hacer el tiempo de vuelo quiere decir  $t_v$ :

$$R = V_0 \cdot \cos\theta \cdot \frac{2 \cdot V_0 \sin\theta}{g}$$

$$R = \frac{2V_0^2 \sin\theta \cdot \cos\theta}{g}$$

Por trigonometría se sabe que:  $\sin 2\theta = 2 \sin\theta \cdot \cos\theta$

$$R = \frac{V_0^2}{g} \cdot \sin 2\theta$$

### **Ecuación de la trayectoria**

En el eje X :

$$t = \frac{X}{V_0 \cos\theta}$$

En el eje Y :

$$Y = V_0 \sin\theta \cdot \left( \frac{X}{V_0 \cos\theta} \right) - \frac{g}{2} \cdot \left( \frac{X^2}{V_0^2 \sin^2\theta} \right)$$

$$Y = \tan\theta \cdot X - \frac{g}{2V_0^2 \sin^2\theta} \cdot X^2$$

Se forma la ecuación de la parábola:

$$Y = a \cdot X + bX^2$$

Donde:

$$a = \tan\theta$$

$$b = -\frac{g}{2V_0^2 \sin^2\theta}$$

Bases Conceptuales (Operacionalización o categorización de variables)

### 3.2.2. Variables Independientes

Especificaciones técnicas de municiones

#### 3.2.1. Variable Dependiente

Efectos expansivos y destructivos

**Tabla N° 1**

**Variables Independientes:** Especificaciones técnicas de municiones

DIMENSION	CATEGORIAS	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES	TECNICAS E INSTRUMENTOS	FUENTE
<b>MUNICIÓN:</b>  <b>*UNI PROYECTIL</b>  <b>*MUTI PROYECTIL</b>	<b>TIPOS DE MUNICIONES:</b> ✓ .380 auto marca Remington. ✓ .38'' SPL marca Winchester ✓ .38'' SPL marca Sellier & Bellot. ✓ .380 auto marca Remington. ✓ .38'' SPL marca Winchester. ✓ .38'' SPL marca Sellier & Bellot.	Especificaciones técnicas: municiones uni y multiproyectiles.	*Uni proyectil  *Multiproyectil  *Velocidad	Observación y análisis de los disparos en diferentes superficies.  Uso de martillo desarticulador de proyectiles.	Disparos realizados en campo de tiro "cartuchos y anzuelos", Lambayeque, Perú.  Universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.

Tabla N° 2

**Variable Dependiente:** Efectos expansivos y destructivos

DIMENSION	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADORES	TECNICAS E INSTRUMENTOS	FUENTE
Efectos de las Municiones sobre diferentes superficies.	Efectos expansivos y destructivos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Distancia de disparo.</li> <li>✓ Orificio de entrada.</li> <li>✓ Orificio de salida.</li> <li>✓ Cálculo de Energía.</li> </ul>	<p>*Balanza y Vernier.</p> <p>*Energía cinética:</p> $E_k = \frac{m * v^2}{2}$ <p>*Análisis de fotogramas.</p> <p>*Análisis de tablas.</p> <p>*Análisis de figuras.</p>	<p>Disparos realizados en campo de tiro “cartuchos y anzuelos”, Lambayeque, Perú.</p> <p>Universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.</p>



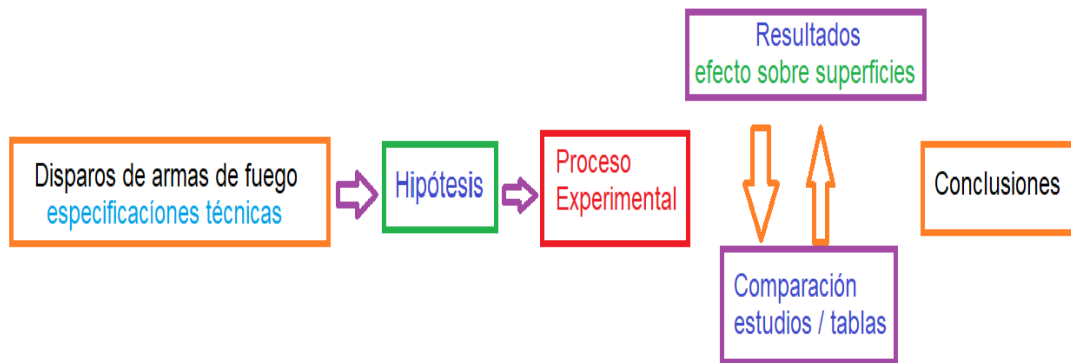
## IV. DISEÑO METODOLÓGICO

### 4.1. Diseño de contrastación de hipótesis

#### 4.1.1. Diseño Experimental:

En el presente estudio se utiliza el **Diseño Experimental**, en este evaluamos el efecto de la variable “**especificaciones técnicas de municiones: uni y multiproyectiles**” sobre la variable “**efectos expansivos y destructivos en diferentes superficies**”, que se enmarca en la investigación realizada y que constituye un **Diseño Experimental Clásico** (estructura las causas y sus efectos) y **Aleatorio** (toda vez que la interacciones con las superficies son aleatorias); siendo la población y muestra del mismo tamaño.

El diagrama del diseño de investigación será el siguiente:



### 4.2. Población y muestra

#### 4.2.1. Población

Son los 16 proyectiles disparados sobre la madera de tornillo, 7 proyectiles disparados sobre cartulina Canson y 4 proyectiles disparados sobre el cerdo. Que hacen un total de 27 proyectiles disparados en la experiencia.

#### 4.2.2. Muestra

La muestra es la misma a la de la población ya que se considera los 27 proyectiles disparados en la práctica.

#### 4.2.3. Técnicas, instrumentos, equipos, materiales

##### **Técnicas**

**La encuesta:** Técnica que recoge datos mediante el cuestionario que consiste en formular un conjunto sistemático de preguntas escritas. (Ñaupas, H. Mejía, M. Novoa, E. & Villagomez, A. 2014, pág. 211).

Utilizaremos la técnica de encuestas la cual elaboraremos nuestro cuestionario para recolectar datos importantes con respecto a nuestras variables y serán aplicadas a los peritos balísticos en la Divincri.

**Juicio de experto:** Consiste en la opinión de una o más personas con trayectoria en el tema a tratar, que son reconocidos como expertos calificados y que pueden proporcionar información, evidencia, juicio y valoración. Por lo que estará conformado por 3 preguntas la cual será aplicada a un miembro de la Divincri-Chiclayo (laboratorio de balística forense). Luego de haber sido aplicado al perito balístico se recogerá la información sobre el tema de nuestra investigación.

\* Cédula de preguntas escritas relacionadas a la hipótesis de trabajo y por ende a las variables e indicadores de la investigación. Por lo que los cuestionarios estarán conformados por 10 preguntas las cuales serán aplicadas a los peritos balísticos de la Divincri-Chiclayo.

Luego de haber sido aplicados a los peritos balísticos se recogerá la información sobre el tema de nuestra investigación el determinar los efectos expansivos y destructivos en diferentes superficies. Y así mismo, se sacarán las debidas conclusiones.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Este instrumento se usó para el análisis de los disparos, y así recolectar, manejar, evaluar efectos y obtener los resultados que causan estos en diferentes superficies.

Haciendo uso de:

- ✓ Tablas
- ✓ Fotogramas
- ✓ Análisis de figuras

Para evaluar los efectos expansivos y destructivos en diferentes superficies.

### **Equipos**

1. Escopeta Winchester Modelo 1200
2. Revolver Smith Wesson .38 Chiefs Special
3. Martillo desarticulador de proyectiles de la marca Frankford Arsenal.
4. Balanza electrónica
5. Vernier o pie de rey

### **Materiales**

1. 380 corto a 9 mm corto Pistola CZ
2. Proyectil de 9mm corto marca REMINGTON
3. Cartuchos calibre .38" SPL, marca AGUILA
4. Tubo de agua de 10 cm de altura y diámetro de una (01) pulgada
5. Huincha métrica
6. Madera de 50x60 cm, de espesor 5.43 cm
7. Imagen el BULL
8. Cartucho JG calibre 12 GA.
9. Cabeza de cerdo
10. Cartulina
11. Proyectil .38" SPL marca SELLIER & BELLOT
12. Proyectil calibre .38" marca MAGNETCH, AMERICAN EAGLE, WHINCHESTER

## Propuesta teórica

La Energía que lleva el proyectil, depende de la velocidad al momento en que impacta (en la superficie de madera, la cabeza de cerdo y la cartulina), es, por consiguiente, el elemento más importante en la determinación de la capacidad de herir si tomásemos por ejemplo el cuerpo de una persona.

$$E_{co} = \frac{m V_0^2}{2} \text{ expresada en Joules}$$

$$E_{co} = 0.7376 \frac{m V_0^2}{2} \text{ expresada en pie.Libra}$$

Esta energía, es la energía inicial con la sale el proyectil, del arma de fuego.

Después de impactar en la superficie, se puede estimar la perdida de energía:

$$E_{cf} = \frac{m V_f^2}{2} \text{ expresada en Joules}$$

$$E_{cf} = 0.7376 \frac{m V_f^2}{2} \text{ expresada en pie.Libra}$$

Así, la energía absorbida por la superficie, se da con la siguiente ecuación:

$$E_{c \text{ absorbida}} = \frac{m (V_f - V_0)^2}{2} \text{ expresada en Joules}$$

$$E_{c \text{ absorbida}} = 0.7376 \frac{m (V_f - V_0)^2}{2} \text{ expresada en pie.Libra}$$

En este estudio, no se contó con una cámara de filmación rápida (cámara CCD) para evaluar la distancia recorrida por el proyectil al salir y relacionarla con el tiempo, para así inferir esta  $V_f$  o de salida.

En el caso de la superficie de madera, la bala quedo incrustada, esto es  $V_f=0\text{m/s}$ ; por lo que la  $E_{c \text{ absorbida}}$  es en su totalidad la  $E_{co}$  del proyectil.

Para el cerdo su energía final depende donde impacto y la trayectoria seguida, esto hace impreciso conocer la energía final; debiendo aplicar la video relación.

La cartulina o cartón, es otro caso particular, siendo la energía absorbida nula, esto es  $E_{cf} = E_{co}$ .

Por otra parte, al analizar el impacto y los efectos, es necesario tener en cuenta, la resistencia de los materiales, las características del tejido ya que la herida por munición de arma de fuego se incrementa en proporción a la gravedad específica del tejido, que para nuestro caso los disparos se realizaron en la zona craneana del cerdo (en estado inerte).

En la que se conserva el proyectil después de haber perforado la zona craneana para el cerdo, la madera de tornillo en algunos casos y para el multi proyectil sólo las perforaciones de las postas en la cartulina canson, esto nos indica que se sólo pueden medirse por las consecuencias posteriores, esta velocidad depende de la dureza de estas superficies, la calidad o gravedad específica en la zona craneana, el ángulo de impacto, etc.

Estas consecuencias hacen que los disparos hechos sobre diversas superficies producen distintos efectos y muchas veces se ha observado que proyectiles de diversas marcas sean absorbidos y otros atraviesan el blanco donde es disparado. Existen las especificaciones técnicas donde se puede contar con distancia, la serie del arma de fuego, la marca de las municiones, la carga explosiva, el efecto expansivo, el efecto explosivo y en todo lo que engloba mejor dicho la capacidad de herir de una munición está en función directa con la energía cinética y está influenciado directamente por la velocidad, dado a que la velocidad inicial es siempre mayor que la velocidad a cualquier distancia. Esta teoría, con todo, está basado en exámenes clínicos de los heridos.

Según las observaciones que se ha podido apreciar, el efecto explosivo y expansivo es más evidente en los huesos y menos en zonas blandas. Cuando hablamos de que una munición causa daño colateral, estamos hablando también que produce el efecto de penetración en diversas superficies en lo que se ha elegido, el efecto de penetración que va de la mano con el efecto expansivo y paralelamente el efecto explosivo se forma principalmente en función de la velocidad. A mayor velocidad, mayor efecto de penetración.

Esto implica el daño causado por parte de huesos, mientras que mayor sea la capacidad de absorber energía, mayor daño sufre el tejido craneano.

Un proyectil de alta velocidad, que hace impacto en la cara o en la base del cráneo, tal y como se ha disparado en la cabeza del cerdo irradia fuerza en todas las direcciones debido a la poca resistencia en los huesos. El aire detrás del proyectil de alta velocidad es, una verdadera tromba que desbarata cuando se encuentre a su paso dentro de la madera, o de una cabeza de cerdo (inerte), los efectos colaterales producidos por proyectiles de alta velocidad, son realmente producidos por la penetración. Estos efectos expansivos en lo que se produce por causa de la explosión de un proyectil. Es, por consiguiente, totalmente diferente al efecto de penetración.

La energía cinética que corresponde a la energía liberada es producto de la masa (peso y tamaño del proyectil) por la velocidad del mismo al cuadrado entre dos; por tanto, a mayor tamaño del proyectil, es mayor la energía liberada (un proyectil con el doble de masa que otro libera el doble de energía) y a mayor velocidad, mayor energía (el doble de velocidad, aumenta 4 veces la energía liberada). Los factores que afectan el comportamiento del proyectil durante su trayectoria y que, secundariamente, modificarán sus efectos en los tejidos corporales, son: velocidad, perfil, estabilidad, poder de expansión y/o fragmentación y la presencia de impactos secundarios. La velocidad probablemente sea el factor más importante en la evaluación de una HPAF, ya que es la que determina la trayectoria del proyectil, a mayor velocidad la trayectoria es más recta y si la distancia es corta el proyectil mantiene prácticamente toda su energía.

Para entender a plenitud estos sucesos es necesario conocer algunos principios básicos de física que son los que determinan las características de una HPAF y sus efectos correspondientes. Estos efectos se rigen por la Ecuación de la Energía Cinética. Este fenómeno de penetración y perforación está constituido por la formación de dos cavidades, una cavidad temporal producida por el desplazamiento tisular secundario a la onda de expansión producida por el proyectil, y una cavidad permanente que es causada por el efecto del proyectil cruzando tejidos, por efecto directo.

## 5. RESULTADOS

Con respecto al objetivo general, se evaluó los efectos expansivos y destructivos en diferentes superficies tales como la madera de tornillo, en la cabeza de cerdo y en la cartulina canson, según las especificaciones técnicas como calibre de la munición, distancia, energía cinética, velocidad, efecto de penetración, deformación del proyectil al quedarse atrapados en la madera de tornillo, el número de postas para en el caso de un multi proyectil, en la que se obtuvo como resultado que a menor distancia, la dispersión es menor y mientras que a mayor distancia mayor dispersión de postas en la superficie de cartón canson, por consiguiente, se pudo determinar que para conocer estos efectos expansivos y destructivos se basa en la experimentación de disparos de diferentes calibres, se pudo evaluar que los efectos expansivos y destructivos de un proyectil es más potente que la de multi proyectil y que están sujetos a múltiples condiciones de la munición y la distancia de disparo.

Para los objetivos específicos se llegó a estos resultados:

1. Con respecto al objetivo específico uno, se evaluó los efectos destructivos a diversas distancias del disparo (corta, media y larga), cuyas distancias se muestran en las **figuras 7 al 14** ejecutada por pistola .38'' Special marca Águila (pág. 57 – 64), posteriormente en la **figura 15 al 22** también se midieron las distancias que fueron disparadas por revólver .38'' marca Smith & Wesson de la serie y5 (pág. 65 – 72), así mismo en los **anexos 3 al 16** se midieron las distancias en las que los disparos fueron ejecutados por una escopeta calibre 12 GA marca Remington (pág. 98 – 104), obteniéndose grados de destrucción y lesiones diversas para cada una de las superficies, en la cabeza de cerdo y en la madera de tornillo:

## **Cabeza de cerdo**

**Corta:** La velocidad fue el factor importante en la producción de heridas, este mecanismo de lesión directa generó una cavidad permanente de disrupción y con quemadura debido a la transferencia de calor por rozamiento, además se observa perforación en tejido óseo muscular, por lo que se ve el orificio de entrada en la zona craneana, siendo una herida letal. Se suma a esto el tipo de proyectil: uni y multi, lo que en el segundo caso agrava la lesión.

**Media:** Se presentó una perforación al momento de que el proyectil llegó a la cabeza de cerdo, apreciándose una disminución en la velocidad de salida, y se visualizó un rastro de quemadura y residuos de pólvora, producido por la deflagración de la carga del cartucho. El efecto expansivo generó un orificio de salida mayor al de entrada, por la ruptura de tejidos.

**Larga:** El efecto es similar al de la media distancia siendo aleatoria su letalidad en el tiempo la cual no pudo ser evaluada ya que se tomó un cerdo muerto debido a la política de protección animal. Lo que si se observó fue un mayor sangrado debido a la menor energía con la que llega la bala no produciéndose el efecto de quemadura.

## **Madera de tornillo**

**Corta:** La velocidad fue el factor importante en la producción de fracturas, este mecanismo de rotura directa generó un orificio de entrada y sin quemadura debido a la transferencia de calor por rozamiento, además se observa perforación en la textura gruesa, por lo que se observó el orificio de entrada en la parte frontal de la superficie.

**Media:** Se presentó una perforación al momento de que el proyectil llegó a la madera, apreciándose una mayor velocidad al momento de salir, no se visualizó rastros de



quemadura, ni residuos de pólvora. El efecto explosivo generó un orificio de salida mayor al de entrada.

**Larga:** El efecto es similar al de la media distancia. Lo que si se observó fue un orificio de salida debido a su mayor velocidad con la que llega la bala produciéndose el efecto de penetración y perforación.

2. Con respecto al objetivo específico dos, se eligió el tipo de munición del calibre (.380 auto 9 mm corto marca Remington, .38'' Spl marca Sellier & Bellot, .38'' Spl marca Winchester, .38'' marca Magnech, .38'' marca American Eagle. Se puede apreciar en las **figuras 1 al 5** (pág. 92 - 96), donde se puede observar las mediciones de las masas de los proyectiles en la balanza electrónica en el laboratorio de biología forense, en la cual se disparó en la cabeza de cerdo (occiso) y en la madera de tornillo.

#### **Cabeza de cerdo (.38'' marca Magnech y .38'' marca American Eagle)**

**Corta:** Se eligió el tipo de munición .38'' American Eagle que teniendo como dato teórico una velocidad de 234,67 m/s que es menor a la velocidad del sonido, en la que se llama munición subsónica, se logró calcular la energía cinética de 223 J con la que entra en la zona craneana provocando así daños letales producido por esta munición. Ya que si se dispara con un multi proyectil en este caso el daño es letal.

**Media:** Dicha munición dejó perforaciones al momento de que el proyectil llegó a la zona craneana del cerdo, no se pudo apreciar el orificio de salida ya que el proyectil chocó con un hueso quedando dentro de la cabeza, generando ruptura y destrucción en el interior del cráneo.

**Larga:** Para esta distancia se disparó con la munición .38'' marca Magnech siendo letal en el tiempo con una velocidad de 230 m/s como dato técnico, y con una energía

cinética de 214,2 J, se generó un orificio de entrada igual que al de salida. Lo que si se observó fue que este tipo de munición generó un efecto destructivo debido a la gravedad de la perforación.

**Madera (munición .38’’ Spl marca águila, una (01) munición .38’’ marca wíncester, una (01) munición .38’’ marca Sellier & Bellot)**

**Corta:** La velocidad fue un elemento muy importante en la producción de fracturas que, para este material como la madera de tornillo, el mecanismo de ruptura debido al impacto de proyectil, generó un orificio de entrada sin quemadura, y sin restos de pólvora. Al momento de verificar en la madera si hubo proyectiles en el interior, nos pudimos dar cuenta que si.

**Media:** Se presentó una cavidad al momento de que el proyectil impactó a la madera, apreciándose una mayor velocidad, mayor energía cinética al momento de salir del tubo de cañón del arma de fuego, sin embargo, no se visualizó rastros de quemadura en el orificio de entrada, ni residuos de pólvora; pero si se pudo observar el efecto tanto expansivo en el interior de la madera como destructivo al momento de que el proyectil sale al exterior.

**Larga:** El efecto es parecido al de la media distancia, lo que se pudo observar que al sétimo disparo a unos 30 metros el proyectil quedó en su interior introduciéndose unos 26,98 mm. Pero este efecto no es en todos los proyectiles ya que al último disparo si presentó orificio de salida pudiéndose observar el efecto destructivo con la munición Sellier & Bellot.

NOTA: El primero, tercero y séptimo proyectil quedaron en el interior de la madera, y los demás no; ya que hubo cambio de proyectil.

3. Con respecto al objetivo específico tres, se ejecutaron los disparos en diferentes ángulos de impacto para la cabeza de cerdo  $5,3^{\circ}$ ;  $5,6^{\circ}$  y  $5,9^{\circ}$  con respecto al orificio de entrada, y  $84,7^{\circ}$ ;  $84,4^{\circ}$ ;  $84,1$  y  $84,7^{\circ}$  con respecto al disparador, observándose que influye en la trayectoria del proyectil y en la probabilidad de impactar con partes blandas y duras, ocasionando daños si es un organismo vivo, daños lamentables hasta ocasionar la muerte de la víctima y esto se puede apreciar en las **figuras 28 al 31** (pág.78 – 79), en la que se observa los ángulos de disparo ejecutados en la cabeza de cerdo (occiso), por lo que se utilizó una pistola CZ 380 corto a 9 mm corto y las municiones que se emplearon fueron de marca American Eagle calibre .38.
4. Con respecto al objetivo específico cuatro, se evaluaron los efectos expansivos y destructivos, lográndose determinar la energía cinética de estos proyectiles de arma de fuego verificadas en la **figura 33** de la fuente cuadro de energía calculadas en cada experiencia en diferentes superficies (pág. 80), puesto que la energía cinética es un factor importante y como una de las especificaciones técnicas de dichas municiones. En los que se puede apreciar tanto en las **figuras 7 al 14** (pág. 57 – 64), las **figuras 28 al 31** (pág. 78 – 79) y los **anexos del 3 al 16** (pág. 98 – 104), se observan los orificios de entrada y orificios de salida, cabe recalcar que en las **figuras 23 y 24** (pág. 73), se observa el efecto explosivo y destructivo del primer, tercer y séptimo disparo en la madera de tornillo, en ese momento se pudo observar que los proyectiles se deformaron aun quedando atrapados en la madera ya que en los otros disparos el proyectil dejó orificio de entrada y salida más no quedaron atrapados en dicho material, por consiguiente, en las **figuras 26 y 27** (pág. 77), también se observa la destrucción generado por estos proyectiles en la cabeza de cerdo (occiso).

## **Cabeza de cerdo**

**Corta:** Para evaluar los efectos expansivos y destructivos en municiones uni y multi proyectiles se utilizan en ambos la observación, las lesiones en la cabeza de cerdo es distinto a la de otra superficie, ya que se analizó que el de un proyectil es el diámetro del proyectil que ocasiona un orificio similar, a esta distancia. En el caso de los multi proyectiles el radio de dispersión de los perdigones o postas depende de la distancia de los perdigones, estos efectos generan más daño en la víctima.

**Media:** Al evaluar los efectos expansivos y destructivos se tuvo las siguientes especificaciones técnicas como: carga explosiva, velocidad, distancia y la comparación de la lesión, siendo las mismas para la de corta distancia.

**Larga:** Las especificaciones técnicas sirvió para determinar el calibre, carga explosiva, masa de los proyectiles en gramos, la velocidad por dato técnico y la energía cinética, ya que fueron utilizados para poder determinar el poder de parada, debido al efecto que ocasionó a esta distancia. Y los de multi proyectiles a esta distancia se observó que presenta menor potencia y las postas tienen una dirección independiente.

## **Madera**

**Corta:** Se tuvo en cuenta en primer lugar el tipo de arma, la munición utilizada y la distancia, para este caso el proyectil al hacer contacto con la madera generó mayor daño; ya que originó un orificio de salida. Ahora para observar estos efectos expansivos y destructivos se tomó en cuenta la velocidad del proyectil, energía cinética y carga explosiva. Se suma también los multiproyectiles donde se verificó la distancia de los perdigones, en este caso el daño es letal.

**Media:** Los disparos efectuados por pistola si hubo presencia de orificio de salida, y cuando se disparó con revólver no se pudo evidenciar debido a que cada proyectil tiene un efecto distinto y diferente potencial energético.

**Larga:** Al igual que la media distancia se tomó en cuenta las mismas características, al observar los orificios de salida logramos darnos cuenta que debido al disparo de un proyectil también existe daño, y es más el proyectil no sale sino quedó en el interior de la madera y así se pudo observar el efecto de penetración y perforación que originó consigo mismo los efectos tanto expansivo como destructivo.

## **6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Dentro de la balística forense cada vez es más frecuente encontrarse con lesiones que son ocasionadas por municiones de armas de fuego siendo estos uni y multi proyectiles, como consecuencia de la violencia e inseguridad que hoy en día vemos a nuestro alrededor.

Con el propósito de corroborar la información teórica que se redactó en este trabajo de investigación se procedió a realizar la técnica de juicio de expertos ya que pueden aportar datos reales sobre la temática que se aborda.

Se evaluaron los efectos destructivos a diversas distancias del disparo a corta, media y larga, obteniéndose grados de destrucción y lesiones diversas para cada una de las superficies, pues sí, ya que cuando se ejecutaron los disparos en la cabeza de cerdo a corta y media distancia se presentan lesiones graves como quebradura de huesos, además se puede observar quemaduras y como en el campo de la balística forense se

le conoce como chamuscamiento en el orificio de entrada y de salida y residuo de pólvora, esto genera la destrucción de tejidos, hemorragias. A larga distancia se aprecia su letalidad es aleatoria ya que con el tiempo no pudo ser evaluada, pero cabe recalcar que aún presenta en el interior del cráneo el efecto expansivo ya que al momento de entrar al cráneo del cerdo en el interior el proyectil rompe todo a su paso, también es importante que a esas distancias el proyectil sale del cráneo presentando orificios de salida. Pues a comparación del orificio de entrada y de salida no son iguales, pues existen casos donde el orificio de entrada es más grande que el de salida o viceversa.

Lo que sucede en la madera pues es por estudio de este trabajo de investigación se produce el efecto de penetración y perforación y que al momento de disparar algunos disparos pudieron salir a corta distancia, luego a distancia larga no salían y pues luego de destapar la madera se pudo apreciar que los proyectiles quedaron atrapados y en forma intacta ni hubo ninguna deformación de las mismas, pero si ocasionaron quebradura en la madera de tornillo puesto que para mayor realce al estudio se pudo pegar un bull de tiro al blanco también se pudo observar quemadura en el papel. Al elegir el tipo de munición de calibre .380 auto 9 mm corto marca Remington, .38'' Spl marca Sellier & Bellot, .38'' Spl marca Winchester, .38'' marca Magnech, .38'' marca American Eagle. En la cabeza de cerdo se eligió la munición .38'' American Eagle teniendo la especificación técnica de una velocidad de 234, 67 m/s menor a la velocidad de sonido, considerado como munición subatómica, produce una energía cinética de 233 J, para la distancia larga se ejecutó el disparo con la munición .38'' marca Magnech siendo letal en el tiempo con una velocidad de 230 m/s como dato técnico, y con una energía cinética de 214,2 J, este efecto produce la destrucción y como por consecuencia la gravedad de perforación que en ella presenta. Dichos

proyectiles a corta distancia y larga salen del cuerpo presentando orificios de salida, y nos podemos imaginar cuán grave genera estos disparos.

Para la madera se eligió la munición .38'' Spl marca águila, una (01) munición .38'' marca wíncester, una (01) munición .38'' marca Sellier & Bellot, presenta el efecto expansivo ya que al momento de destapar la madera se pudo apreciar las aberturas que poco a poco iba creciendo al momento de destapar por completo la madera, dichos disparos se aprecian que a una distancia de 30 metros el proyectil queda en su interior y utilizando un vernier se calculó la profundidad de 26,98 mm, por consiguiente al disparar con la munición Sellier & Bellot esta munición si es letal a larga distancia ya que no se pudo apreciar en el interior, puesto que se deduce que el proyectil salió de la madera, presentando el orificio de salida. Se ejecutaron los disparos en diferentes ángulos de impacto para la cabeza de cerdo  $5,3^{\circ}$ ;  $5,6^{\circ}$  y  $5,9^{\circ}$  con respecto al orificio de entrada, y  $84,7^{\circ}$ ;  $84,4^{\circ}$ ;  $84,1$  y  $84,7^{\circ}$  con respecto al disparador, observándose que sólo influye en la trayectoria del proyectil, dichas trayectorias son unidireccionales y con el apoyo de agentes policiales teniendo ellos más experiencia en lo que respecta portar armas de fuego y en la probabilidad de impactar con partes blandas y duras.

Dentro del campo de la balística forense estos agentes policiales que se encargan de estudiar la criminalística forense, ellos también desarrollan en sus pericias estos datos como ángulos de disparos. Se evaluaron los efectos expansivos y destructivos lográndose determinar los mismos en diferentes superficies, según las especificaciones técnicas de municiones uni y multiproyectiles, claro que sí, ya que al estudiar las especificaciones técnicas estamos estudiando también la carga

explosiva, velocidad, distancia, al observar fotogramas, análisis de tablas se observan que dichas especificaciones juegan un papel importante dentro del estudio de estos efectos que sirven para un análisis pericial dentro de un estudio penal, jurídico, o un hecho de homicidios o asesinatos presentados dentro del ministerio público.

La pregunta que me realizo es: ¿dentro de los dictámenes periciales los peritos también analizan físicamente estos efectos expansivos y destructivos?, ¿aplican la física dentro de los documentos periciales?, pues tengo que expresar la realidad pues al realizar una prueba de juicio de expertos, algunos peritos que laboran en la división de investigación criminal, no usan ecuaciones físicas, no estudian estos efectos, tan sólo técnicamente analizan estos fenómenos físicos. Los peritos afirman que en un proyectil el efecto expansivo se encuentra en el rayado helicoidal que se encuentra en el ánima del tubo de cañón, y es verdad ya que eso se puede apreciar y tal rayado se le conoce como dextrorsum y semidextrorsum, dextrorsum de derecha a izquierda y semidextrorsum de izquierda a derecha, este rayado lo podemos analizar ya que al momento de salir del tubo de cañón los efectos del aire, envuelven a este proyectil en salida, que mientras va viajando a su objetivo realiza un movimiento parabólico no se puede apreciar con tan nitidez pero mientras el proyectil sale del tubo de cañón, este proyectil está cayendo cada cierto tiempo, lo que sucede con el multiproyectil es que no tienen rayado helicoidal o sea su ánima del tubo de cañón de las escopetas son lisas.

Los criterios que se basan para analizar los efectos expansivos y destructivos se analizan en el impacto o sea al momento de que el proyectil llegue al blanco, se cuenta también la distancia del disparador (corta, media y larga), estudiando el proyectil como su tamaño, marca, serie, carga explosiva; también se cuenta dentro



de los efectos, ya que cada munición es distinta una de otras. Al preguntar a los peritos que, si realizan algún cálculo para determinar estos efectos, comentaron que no ya que las características son precisas y notorias, que se basan en la mayoría de los casos, el trabajo que realizan es más técnico y tienen en cuenta los calibres de cartuchos, con esto podemos decir que, si se realizan cálculos, ya que primero deben asegurarse de que la mira telescópica del arma de fuego esté bien calibrada a la distancia de su elección, tomando en cuenta los ajustes básicos de elevación, a distancias cortas y sin influencia de factores externos un tirador puede disparar con tal de que la munición impactará en el centro de su retícula sin embargo más allá de esta distancia el proyectil comenzará a caer debido a la acción de la fuerza de gravedad sobre ella, siendo necesaria apuntar arriba del objetivo para compensar esta caída, misma que se verá cada vez más pronunciada conforme más se aleja del blanco, a partir del momento en el que una bala termina su recorrido por el cañón de un arma el viento comenzará a ejercer su influencia sobre ella empujándola hacia un lado hacia otro, y a mayor distancia de disparo mayor será la probabilidad de que tanto la dirección como la velocidad de este fenómeno climatológico varía. Es importante las especificaciones técnicas de las municiones uni y multiproyectiles, claro que sí, ya que nos permiten conocer ciertas características propias de cada cartucho, pudiendo conocer sus dimensiones, cantidad de pólvora, entre otros. Es más, estos permiten determinar los efectos expansivos y destructivos, permiten mejorar el análisis y demostrar su alto poder de destrucción.

Estos efectos expansivos y destructivos ocasionan daños en su objetivo, siendo en las multiproyectiles más letales. Una pregunta que nos podemos formular es la siguiente: ¿Desde su punto de vista como se puede aplicar la física para determinar los efectos expansivos y destructivos? la respuesta es sí, la física se puede aplicar, mediante

fórmulas para determinar la distancia, velocidad y energía con que se disparó e impactó el proyectil y dado a eso se puede calcular el daño que ocasiona.

En este trabajo de investigación queremos dejar en claro que es de importante el análisis de la balística de efectos ya que se estudia el efecto que los proyectiles producen en el cuerpo humano u objetos, la trayectoria que el proyectil pasa para poder llegar al punto donde finalice su recorrido; la que se encarga de analizar con cautela cada paso que conlleva la muerte de una persona.

Para finalizar será necesario la opinión de un físico para explicar estos fenómenos donde conlleva a un estudio, análisis y desarrollo de un hecho criminal donde se tenga en cuenta estas características físicas en balística forense, para algunos dicen que no, para otros creen que es importante, pero lo que podemos decir es que si es de mucha importancia la explicación física donde se tenga que hacer una reconstrucción del hecho, pudiendo ayudar en el establecimiento de trayectoria, distancia y para efectos provocados por los proyectiles. Puesto que se combinaría la parte técnica con la parte científica aplicando los datos técnicos y los fenómenos físicos que presenta estos efectos expansivos y destructivos que afectan un disparo. Para esto presentaré el siguiente cuadro donde se registra la relación que existe entre la energía y los efectos expansivos como los destructivos.

**Fuente 2: Cuadro elaboración propia del investigador**

Tipo de proyectil	Datos del fabricante			EFECTO		
	masa	Velocidad Vo	Energía cinetica absorbida	Relación de distancias	Expansivo	Destructivo
<b>.380 AUTO 9MM CORTO marca REMINGTON</b>	8,42 gr	280 m/s	330.1 J	corta	Respecto al diámetro y la expansión de la bala, esto indica que destruye la mayor cantidad de tejido orgánico posible.	Efecto de penetración y perforación, presenta orificio de entrada y salida.
			243,42 J	larga	El proyectil al traspasar al animal consigue así dos puntos de salida de sangre, esto provoca que la parte en donde impacta se desangre, lo que facilita la muerte. En este caso, cabe recalcar que la energía influye en la expansión del proyectil tal punto de destrozar todo a su paso.	El proyectil, al momento del impacto produce un golpe en el objetivo, golpe que se transformará en una huella que se podrá observar para la determinación específica de una lesión producida por un proyectil de arma de fuego.
<b>.38" SPL marca SELLIER &amp; BELLOT</b>	10,3 kg	310 m/s	494.9 J	corta	Debido al rozamiento, la energía cinética se va transformando en calor. Este efecto es comparable con el que se produce en el cuerpo humano, mostrando de esa manera cómo el proyectil de punta hueca genera un mayor traumatismo en los tejidos, lo que se traduce en un dolor más intenso para la víctima, siendo así más contundentes y con mayor poder de detención que los proyectiles convencionales.	Presenta orificio de entrada y salida, en algunos casos no presenta el orificio de salida, dando entender que en partes sólidas el proyectil no logra salir, mientras que en las partes blandas. Para partes blandas el proyectil realiza un efecto expansivo dañando todo a su paso, y generando sangrado.
			228.66 J	larga	Asimismo, el efecto destructivo previa del proyectil cuando alcanzar el organismo. Realiza un efecto de rebote y/o del paso del proyectil por otras estructuras, teniendo en cuenta, además, que puede no llegar de punta al plano de la piel y/o haberse fragmentado con lo que provoca heridas irregulares con trayectos erráticos. Y como consecuencia de la pérdida de estabilidad del proyectil en el momento del	Este proyectil expansivo tiene más probabilidades a esta distancia de pasar a través del objetivo, y lo hacen a una velocidad más alta. Esto aumenta el riesgo de disparos accidentales, a esto se le llama heridas por arma de fuego. Ya que se sugiere de mucho cuidado cuando se va a hacer un estudio a estas armas. Por esta razón, y para maximizar el efecto de detención, Incluso la

					impacto. Circunstancia que ocurre con frecuencia con los proyectiles de alta velocidad cuya forma es alargada.	penetración hará para que su efecto sea mayor.
<b>.38" SPL marca WINCHESTER</b>	3,83 gr	238,41 m/s	108.8 J	corta	Que el taco del cartucho tiene toda la energía necesaria para expandirse y así causar un daño muy potente en su objetivo. Además, que la pólvora en el objetivo tiene una función calorífica que complementa el daño en el objetivo, debido a esto es que el proyectil en el interior del cuerpo genera daños graves en su interior.	El efecto que dejó es la penetración al blanco y la deformación del proyectil en comparación si impacta al cuerpo humano, produce heridas de alta severidad en órganos o vísceras profundas, presenta orificios de entrada y salida, se registra la quemadura al impactar perpendicularmente al objetivo.
			80.25 J	larga	Todo el trayecto estará ocupado por un rastro hemorrágico con dislaceración de distinta intensidad de los tejidos que se van atravesando. Con frecuencia el trayecto va aumentando de diámetro debido a que el proyectil arrastra esquirlas de hueso y tejidos y su propia deformación le confiere una mayor facilidad para la pérdida de energía cinética que se transmite en forma de fuerza de empuje a las estructuras por donde progresa. En ocasiones, un solo proyectil puede desencadenar varias trayectorias si se fragmenta.	Es necesario comprender que la penetración del proyectil se produce por empuje y frotación, es decir que desencadena heridas contusas, con depresión y distensión de la piel hasta que supera y rompe la capacidad de elasticidad del tejido. Esto ocasiona lo que se ha denominado clásicamente como "anillo de Fisch", que se identifica como una transformación o modificación de las características inmediatamente periféricas a la herida propiamente dicha en la superficie de la piel.
<b>.38" marca MAGNETCH</b>	8,1 gr	230 m/s	214.2 J	corta	La posibilidad de supervivencia debido al efecto expansivo es que los impactos sobre extremidades, muy comunes para impedir la huida, destruyen cualquier hueso a su caso y son eficaces que	Residuos de pólvora en el orificio de salida. Presenta lesión cerebral traumática. Si fuera una persona, resultaría la muerte de ella. Efecto de perforación craneana, derrame cerebral,

					hasta puede ocasionar la muerte. .	destrucción de tejidos, etc.
			157.99 J	larga	Para esta ocasión el efecto expansivo y las condiciones presentadas se generó una perforación de tejidos musculares, así como hueso, a una profundidad de 14 cm, por la ubicación cerebral, se considera una herida letal. Una de las consecuencias que evidencia este disparo es que la marca una ligera expansión de hueso roto, lo cual hace que el daño sea más letal aún. Podemos decir así sea a la larga distancia si tienen una mayor probabilidad que cause daños irreparables en la víctima.	A esta distancia las condiciones presentadas se generó una perforación de tejidos musculares, así como hueso, a una profundidad de 18 cm, por la ubicación cerebral, se considera una herida letal mas no mortal instantánea. El proyectil en el presente objetivo mostrando el perfil derecho a la boca del cañón, muestra la ubicación de la trayectoria pasando por un área, no cerebral.
<b>Amerian Eagle .38"</b>	8,1 gr	234.67 J	223 J	Corta	Su característica principal es la gran expansión que existe en las estructuras por las que atraviesa. Encontramos una zona de necrosis de los tejidos circundantes y por fuera de ellos una zona de infiltrado hemorrágico. El trayecto puede terminar en fondo de saco o dividirse en varios trayectos secundarios.	Efecto de perforación craneana, derrame cerebral, destrucción de tejidos, perforación de tejidos musculares. Además, estos proyectiles tienden a una gran desestabilización al rozar o chocar con estructuras y por ello el trayecto y finalmente el orificio de salida pueden ser enormes y desconcertantes.
			164.48 J	Larga	El diámetro del orificio de entrada depende de múltiples factores, siendo cierto que habitualmente es igual o menor que el calibre del proyectil. En efecto, si el proyectil es de punta ojival, puede producir un orificio de menor tamaño que su calibre en forma puntiforme. Además, tras penetrar, se produce una característica	Cuando el proyectil atraviesa una estructura de hueso plano, la onda de choque provoca una característica pérdida de sustancia con forma de cono truncado en la que el diámetro menor corresponde al punto de comienzo de la perforación. De este modo, el orificio

					retracción de la piel que origina una disminución del diámetro de la herida de forma típica. Como norma general en lo que respecta a las heridas perforantes, con orificios de entrada y de salida, se puede decir que el proyectil penetra en el organismo “empujando” y sale del mismo “rasgando” la piel.	producido a la salida del hueso es siempre mayor que el de entrada. Esta circunstancia es de gran valor identificativo en el estudio de la trayectoria tanto en cadáveres frescos y más aún en casos de putrefacción avanzada o cuando se analizan restos esqueléticos.
<b>CARTUCHO CALIBRE 12 G.A</b>	40 gr	368.8 m/s	270.84 J	Corta	Efecto expansivo, si la distancia es menor será el diámetro de dispersión, a mayor distancia, menor expansión. El disparo de un cartucho de multiproyectiles genera un daño muy potente a corta distancia, a medida que la distancia aumenta.	originarse una pequeña herida contusa, por golpeo del taco, dependiendo de cualquier forma de su naturaleza, peso y consistencia, que puede llegar a hacerle actuar como un auténtico proyectil. En ocasiones puede provocar quemaduras debido a la alta temperatura que alcanza.
			199.77 J	larga	A esta distancia el multiproyectil, su poder explosivo fue notorio ya que al observar en la cartulina canzon el diámetro de la circunferencia que habia pregnado estas postas fue de mayor longitud con esto se puede deducir que a mayor distancia de disparo mayor longitud del diámetro de la circunferencia descrita en la cartulina, y a menor distancia menor diámetro de circunferencia, y los orificios se ven a simple vista, en la cartulina se observó que unos 5 a 6 postas impregnadas, las demás no se hacen notorias chocan a su alrededor.	A esta distancia los efectos destructivos, dan como resultado rompimiento y chamuscamiento al verse a simple vista, cuando impactan al objetivo presentando orificio de entrada y de salida (siendo algunas quedando en el interior de estas), y al ser ejecutados por una escopeta calibre 12 GA marca Remington, se obtienen un alto poder de destrucción y lesiones diversas tanto para la cabeza de cerdo, en la madera de tornillo y en la cartulina canzon.

## 7. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Se recomienda tener un estricto cuidado al realizar diversas pruebas para trabajos de investigación donde los materiales a utilizar sean armas de fuego: pistolas, revólveres, escopetas. Más aún si somos personas civiles y no personal policial. De la misma manera que en los laboratorios de la División de Investigación Criminal (DIVINCRI), los informes policiales periciales que realizan los peritos balísticos estén bajo una base física al exponer ante un abogado, jueces, fiscales, peritos de parte e investigadores. Para que estos informes sean más precisos, para poder explicar y sean más contundente. Presento un formulario matemático para que los peritos de criminalísticas conozcan las magnitudes físicas.

<b>ENERGÍA CINÉTICA</b> m: masa (kg) v: velocidad (m/s)	$E_K = \frac{m * v^2}{2}$
<b>ENERGÍA POTENCIAL</b> m: masa (kg) g: aceleración de la gravedad (m/s <sup>2</sup> ) h: altura (m)	$E_P = m * g * h$
<b>ENERGÍA MECÁNICA</b> E <sub>K</sub> : energía cinética E <sub>P</sub> : energía potencial	$E_M = E_K + E_P$
<b>CANTIDAD DE MOVIMIENTO</b> m: masa (kg) v: velocidad (m/s)	$\vec{P} = m * \vec{v}$
<b>IMPULSO</b> <b>F: fuerza (N)</b> <b>Δt: tiempo</b>	$I = F. \Delta t$
<b>PRINCIPIO DE LA CONSERVACIÓN DEL MOMENTUM LINEAL</b> $\vec{P}$ : cantidad de mov. inicial $\vec{P}$ : cantidad de mov. final	$\vec{P}_{inicial} = \vec{P}_{final}$ (Si el impulso es igual a cero)
	$\sum \vec{P}_{inicial} = \sum \vec{P}_{final}$ (en un sistema aislado)
<b>CHOQUES</b>	$\vec{P}_{antes\ del\ choque} = \vec{P}_{despu\acute{e}s\ del\ choque}$
<b>DISTANCIA (MRU)</b> d = distancia t = tiempo	$d = v. t$
<b>COEFICIENTE BALÍSTICO:</b> m: masa d: diámetro i: coeficiente de forma.	$C_{b,proyectil} = \frac{m}{d^2 i}$

<b>ALTURA MÁXIMA:</b> $v_0$ : velocidad inicial del proyectil cuando abandona el cañón. $g$ : gravedad $\alpha$ : ángulo en que realiza el disparo.	$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$
<b>DISTANCIA:</b> $v_0$ : velocidad inicial del proyectil cuando abandona el cañón. $g$ : gravedad $\alpha$ : ángulo en que realiza el disparo.	$D = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$
<b>TIEMPO DE VUELO DE UN PROYECTIL:</b> $v_0$ : velocidad inicial del proyectil cuando abandona el cañón. $g$ : gravedad	$t_v = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$

### Fuente 3. Ecuaciones físicas para el estudio del movimiento de proyectiles

Debido a que se ha utilizado un animal (cerdo) que por cierto fue comprado en una carnicería, sirvió para educar y explicar los efectos que producen los proyectiles ya que tiene un parecido a la anatomía de un ser humano. Que si así son observados en el animal (cerdo), pregunta que nos haríamos es ¿qué efectos producirá en un ser humano?, ¿cuál sería el nivel de gravedad de la herida en una persona?, ¿qué consecuencias traería si llega a impactar en un ser humano?, la respuesta está más claro, pues es lo mismo, es más en una persona viva traería peores consecuencias, hasta la muerte.

## CAPITULO V. Conclusiones y Recomendaciones

### 8. CONCLUSIONES

Con respecto al objetivo general, se concluyó que los efectos expansivos y destructivos en diferentes superficies tales como la madera de tornillo, en la cabeza de cerdo y en la cartulina canson, según las especificaciones técnicas como distancia, calibre de la munición, distancia, energía cinética, velocidad, efecto de penetración, deformación del proyectil al quedarse atrapados en la madera de tornillo, el número de postas para en el caso de un multiproyectil, en la que se obtuvo como resultado que a menor



distancia, la dispersión es menor y mientras que a mayor distancia mayor dispersión de postas en la superficie de cartón canson, por consiguiente, se pudo determinar que para conocer estos efectos expansivos y destructivos se basa en la experimentación de disparos de diferentes calibres, se pudo evaluar que los efectos expansivos y destructivos de un proyectil es más potente que la de multiproyectil y que están sujetos a múltiples condiciones de la munición y la distancia de disparo.

7.2. Con respecto al objetivo específico uno, se concluyó que los efectos destructivos a diversas distancias del disparo, dan como resultado rompimiento y chamuscamiento al verse a simple vista, cuando impactan al objetivo presentando orificio de entrada y de salida (siendo algunas quedando en el interior de estas), y al ser ejecutados por una escopeta calibre 12 GA marca Remington, se obtienen un alto poder de destrucción y lesiones diversas tanto para la cabeza de cerdo, en la madera de tornillo y en la cartulina canzon.

7.3. Con respecto al objetivo específico dos, se concluyó que al elegir el tipo de munición del calibre (.380 auto 9 mm corto marca Remington, .38'' Spl marca Sellier & Bellot, .38'' Spl marca Winchester, .38'' marca Magnech, .38'' marca American Eagle, sus valores hallados como masa, velocidad y energía son distintos.

7.4. Con respecto al objetivo específico tres, se concluyó que al ejecutarse los disparos en diferentes ángulos de impacto para la cabeza de cerdo  $5,3^{\circ}$ ;  $5,6^{\circ}$  y  $5,9^{\circ}$  con respecto al orificio de entrada, y  $84,7^{\circ}$ ;  $84,4^{\circ}$ ;  $84,1$  y  $84,7^{\circ}$  con respecto al disparador, el orificio de entrada en ambos son distintos en forma, observándose que influye en la trayectoria del proyectil y en la probabilidad de impactar con partes blandas y duras, ocasionando daños si es un organismo vivo, daños lamentables hasta ocasionar la muerte de la víctima.

7.5. Con respecto al objetivo específico cuatro, se concluyó que, al evaluarse los efectos expansivos y destructivos en estas superficies, se logra determinar la energía cinética de estos proyectiles, puesto que la energía cinética es un factor importante en el estudio de la balística de efectos y como una de las especificaciones técnicas de dichas municiones. En los que se puede apreciar tanto los orificios de entrada y orificios de salida. El orificio de entrada y el orificio de salida no son parecidos en algunos casos.

## **8. RECOMENDACIONES**

Se recomienda tener un estricto cuidado al realizar diversas pruebas para trabajos de investigación donde los materiales a utilizar sean armas de fuego: pistolas, revólveres, escopetas. Más aún si somos personas civiles y no personal policial. De la misma manera que en los laboratorios de la División de Investigación Criminal (DIVINCRI), los informes policiales periciales que realizan los peritos balísticos estén bajo una base física al exponer ante un abogado, jueces, fiscales, peritos de parte e investigadores. Para que estos informes sean más precisos, para poder explicar y sean más contundente.

El presente trabajo de investigación recomienda que los peritos de criminalística lleven el curso de física, para un buen análisis del movimiento, materia y energía. Y así ayudar a la investigación de casos, en numerosos ámbitos, en la trayectoria de balas, por ejemplo.

Debido a que se ha utilizado un animal (cerdo) que por cierto fue comprado en una carnicería, sirvió para educar y explicar los efectos que producen los proyectiles ya que tiene un parecido a la anatomía de un ser humano. Que si así son observados en el animal (cerdo), pregunta que nos haríamos es ¿qué efectos producirá en un ser humano?, ¿cuál sería el nivel de gravedad de la herida en una persona?, ¿qué consecuencias traería si llega a impactar en un ser humano?, la respuesta está más claro, pues es lo mismo, es más en una persona viva traería peores consecuencias, hasta la muerte.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ávila, M. S. (2015). *La balística en la investigación criminal para esclarecimiento de homicidios* . Tesis , Derecho , Colombia .
- Ciper Académico (2020). *¿No letales? El daño que ha causado la munición que dispara Carabineros a los manifestantes y por qué debe prohibirse*. Recuperado desde: [https://www.ciperchile.cl/2020/05/27/no-letales-el-dano-que-ha-causado-la-municion-que-dispara-carabineros-a-los-manifestantes-y-por-que-debe-prohibirse/?fbclid=IwAR2yAUOSIIzFaQIbxBGnRGKmW7WIGJo0BJZup7F8MBZU3FYej6k7D\\_q4WVw](https://www.ciperchile.cl/2020/05/27/no-letales-el-dano-que-ha-causado-la-municion-que-dispara-carabineros-a-los-manifestantes-y-por-que-debe-prohibirse/?fbclid=IwAR2yAUOSIIzFaQIbxBGnRGKmW7WIGJo0BJZup7F8MBZU3FYej6k7D_q4WVw)
- Fin, A. (2016). *“Física. Vol. I: Mecánica”, Addison-Wesley Iberoamericana. México, 1986. p.2. México .*
- EL Comercio (2020), *Lambayeque: asesinan de seis balazos a chofer dentro de su automóvil en pleno toque de queda*. Recuperado desde: <https://elcomercio.pe/peru/lambayeque-asesinan-de-seis-balazos-a-chofer-dentro-de-su-automovil-en-pleno-toque-de-queda-noticia-nnpp-noticia/?ref=ecr>
- García, L. P. (2017). Comparación de efectos entre proyectiles ordinarios de calibre 9x19mm y proyectiles punta hueca de calibre .38 Special. *Scielo*.
- Gonzáles, R. M. (2010). *Blística Forense* . México : Porrúa .
- Heisenberg, W. (2018). *Encuentros y conversaciones con Einstein y otros ensayos científicos” (Alianza Editorial, Madrid, 1979). p. 25 - 43 . España - Madrid : Alianza Editorial, España .*
- Infobae (2020). *La autopsia reportó que una de las víctimas de la represión en Perú murió por 10 perdigones de plomo*. Recuperado desde:

<https://www.infobae.com/america/america-latina/2020/11/16/la-autopsia-reposito-que-una-de-las-victimas-de-la-represion-en-peru-murio-por-10-perdigones-de-plomo/>

José R. Manzano - Trovamala Figueroa, D. M. (2017). *BALÍSTICA DE EFECTOS Y BALÍSTICA DE LAS HERIDAS*. México .(2015). *La balística en la identificación criminal para el esclarecimiento de homicidios*. Derecho , Colombi .

Luna, E. E. (2015). *Análisis y comparaciones de los efectos producidos por proyectiles de arma de fuego en la víctima y en superficies dentro de escenas del crimen mixtas*. Tesis .

Marroquín, A. F. (2015). *Heridas por proyectil de arma de fuego en cráneo*. . Colombia .

Moreno, R. (2010). *Balística Forense* . México : Porúa .

Solís Galindo, R. d. (Mazo de 2018). *Modelización y estudio de impactos de proyectiles de expansión sobre placas balísticas*.

Vanzetti, O. E. (s.f.). La importancia del factor velocidad en las heridas por proyectiles de armas de fuego portátiles. *IntraMed JOURNAL* , 6.

## **10. ANEXOS**

### **PROCEDIMIENTOS PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS:**

#### **Instalación de los equipos en la zona de estudio:**

Los orificios de salida de los disparos dejan en la madera ciertas ranuras con astillas de forma horizontal a distancias mayores a 20 metros, incluso algunos estos proyectiles son las que salen de la superficie.

Al momento en que se partió la madera ya era la unión de maderas clavadas, se verificó que el primer, tercer y sétimo disparo; los proyectiles quedaron incrustadas en la superficie de la madera. Ya que estas municiones no tuvieron ninguna deformación.

Las municiones siguientes: .38'' Special marca ÁGUILA, .38'' Special marca WINCHESTER, .38'' Special marca SELLIER & BELLOT) que se emplearon para los disparos tienen sus respectivos parámetros las cuales son: velocidades, tiempos, energía cinética (que va a depender debido a la velocidad de cada munición que posee) y sus respectivas conservaciones de estado de cada munición.

Para la munición .38'' Special marca SELLIER & BELLOT que fue el último disparo (octavo) fue el más potente debido a la conservación de aquella munición y eso se comprueba ya que el proyectil pasó la superficie de la madera de tornillo a pesar de estar a una distancia de 50 metros (larga distancia).

Con respecto a las velocidades finales en la que choca en la superficie de la madera no varía mucho a pesar de que los desplazamientos sean distintas, tiempos diferentes y a la misma dirección. Recordemos que su movimiento es unidireccional.

Los disparos realizados del revólver .38'' Special marca Águila se concluye que para cada velocidad con la que parten los proyectiles al salir del tubo de cañón, sus

velocidades de impacto son casi las mismas debido a que también su movimiento es unidireccional.

La energía de cada munición es independiente y eso lo podemos observar en la deformación de estos proyectiles cuando llegan a su objetivo.

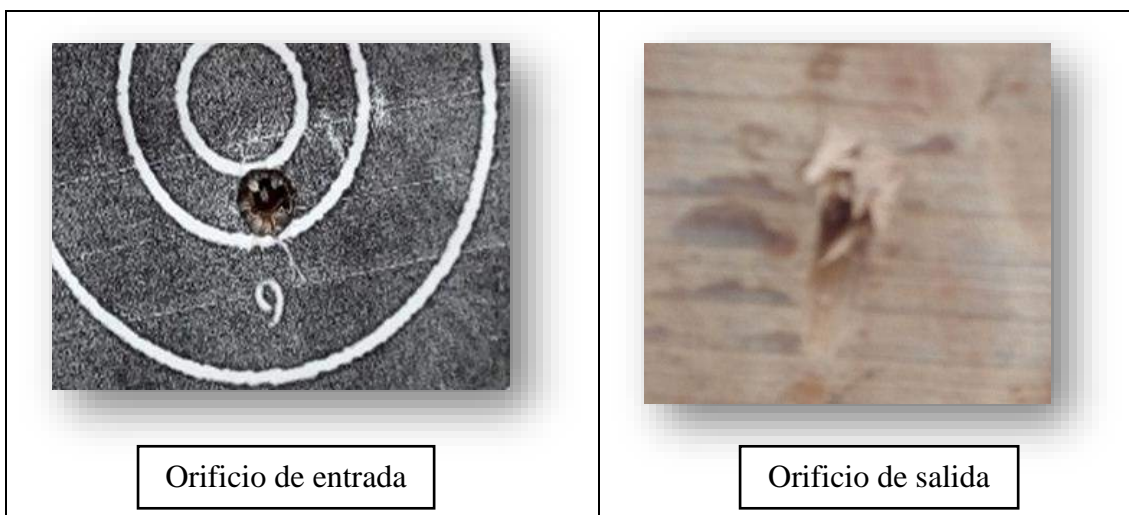
Las armas de fuego son aparatos mecánicos que propulsa al proyectil a través de un tubo de cañón debido a la expansión de gases que se produce.



**Figura 6:** Madera de Tornillo ya que, en ella, se le colocó un Bull



**Figura 7:** Primer disparo ejecutado a 1 metro de distancia





**Figura 8:** Segundo disparo ejecutado a 5 metros de distancia



Orificio de entrada



Orificio de salida

**Figura 9:** Tercer disparo ejecutado a 10 metro de distancia



Orificio de entrada



Orificio de salida



**Figura 10:** Cuarto disparo ejecutado a 15 metro de distancia



Orificio de entrada



Orificio de salida

**Figura 11:** Quinto disparo ejecutado a 20 metros de distancia



Orificio de entrada



Orificio de salida

**Figura 12:** Sexto disparo ejecutado a 25 metros de distancia



Orificio de entrada



Orificio de salida



**Figura 13:** Séptimo disparo ejecutado a 30 metros de distancia



Orificio de entrada



Orificio de salida

**Figura 14:** Octavo disparo ejecutado a 50 metros de distancia



Orificio de entrada



Orificio de salida

Disparos con un revólver .38'' marca smith & wesson de la serie y5 con las siguientes municiones: una (01) munición .38'' spl marca águila, una (01) munición .38'' spl marca winchester, una (01) munición .38'' marca sellier & bellot.

**Figura 15:** Primer disparo ejecutado a 1 metro de distancia



Orificio de entrada



No presentó orificio de salida, se incrustó 26,98 mm



**Figura 16:** Segundo disparo ejecutado a 5 metros de distancia



Orificio de entrada



Orificio de salida

**Figura 17:** Tercer disparo ejecutado a 10 metros de distancia



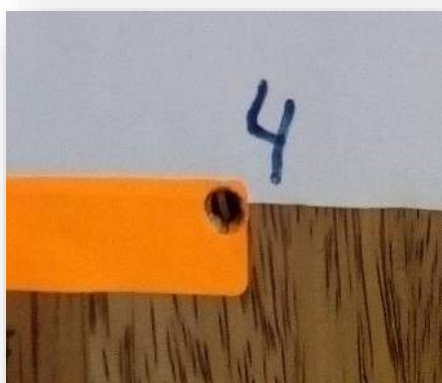
Orificio de entrada



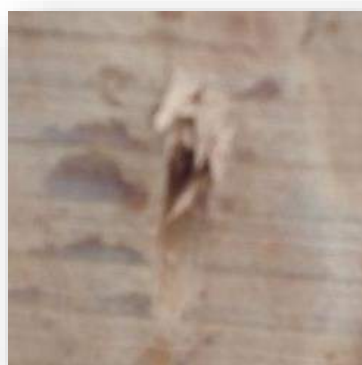
No presentó orificio de salida,  
se incrustó 26,98 mm



**Figura 18:** Cuarto disparo ejecutado a 15 metros de distancia



Orificio de entrada



Orificio de salida

**Figura 19:** Quinto disparo ejecutado a 20 metros de distancia



Orificio de entrada



Orificio de salida

**Figura 20:** Sexto disparo ejecutado a 25 metros de distancia



Orificio de entrada



Se observa que penetró 5,56 mm



**Figura 21:** Séptimo disparo ejecutado a 30 metros de distancia



Orificio de entrada



No presentó orificio de salida,  
se incrustó 26.98 mm

**Figura 22:** Octavo disparo ejecutado a 50 metros de distancia

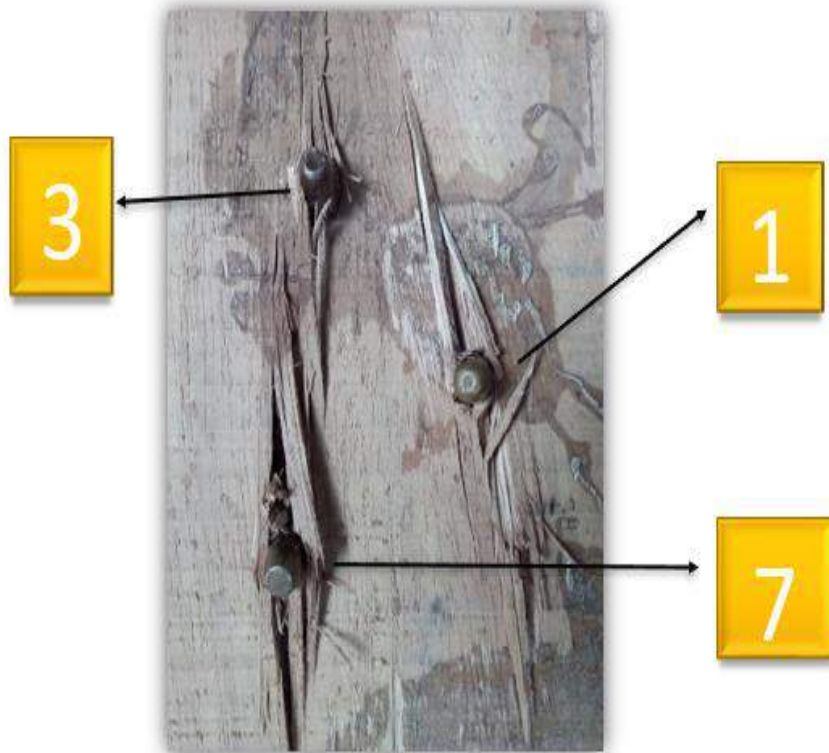


Orificio de entrada



Orificio de salida

**Figura 23:** Los proyectiles 1, 3 y 7 quedaron incrustados a 26,98 mm de la superficie de madera.



**Figura 24:** Efecto explosivo del primero, tercero y séptimo disparo





**Figura 25:** Los proyectiles 01, la munición 03 y la munición 07 se midieron con el vernier midiendo cada una de ellas y dándonos una longitud de 13,92 mm.



#### **Para la cartulina**

##### **DISPARO 1:**

Fue ejecutado a una distancia de 1 metro, concluimos que el taco del cartucho tiene toda la energía necesaria para causar un daño muy potente en su objetivo. Además, que la pólvora en el objetivo tiene una función calorífica que complementa el daño en el objetivo.

##### **DISPARO 2:**

El disparo a esta distancia genera un daño doblemente severo, por la potencia del taco y la excursión breve de las primeras postas.

### **DISPARO 3:**

La dispersión de las postas es mayor y el taco pierde la fuerza debido a la resistencia del aire.

### **DISPARO 4:**

La fuerza del taco llega al mínimo y las postas son las que dirigen el radio de expansión, generando el daño independiente en cada orificio generado por las mismas. El disparo de un cartucho de multiproyectiles genera un daño muy potente a corta distancia, a medida que la distancia aumenta, consigo también el radio de expansión por las postas de 9 mm. Entonces existirá una mayor probabilidad de llegar a un objetivo de mayor volumen, pero a su vez la potencia disminuye.

**Para la cabeza de cerdo.**

### **DISPARO 1:**

En el presente disparo con la munición utilizada de calibre .38 American Eagle y las condiciones presentadas se generó una perforación de tejidos musculares, así como hueso, a una profundidad de 4 cm, por la ubicación cerebral, se considera una herida letal. Se evidencia la falta de detalles como el espectro generado por la pólvora en el tejido. Entonces se puede concluir también que, a distancias superiores a esta, 4m, la ausencia de lo mencionado es consecuencia de la distancia.

### **DISPARO 2:**

En el presente disparo con la munición utilizada .38 American Eagle y las condiciones presentadas se generó una perforación de tejidos musculares, así como hueso, a una profundidad de 14 cm, por la ubicación cerebral, se considera una herida letal. Una de las consecuencias que evidencia este disparo es que la marca una ligera expansión de hueso roto, lo cual hace que el daño sea más letal aún.

### **DISPARO 3:**

En el presente disparo con la munición utilizada .38 American Eagle Y las condiciones presentadas se generó una perforación de tejidos musculares, así como hueso, a una profundidad de 20 cm, por la ubicación cerebral de lado perfil se considera una herida letal. El efecto causado por el disparo a generado una perforación de un orificio de entrada y salida perfectamente marcados de forma circular, evidenciando la potencia en su trayectoria en el interior del objetivo.

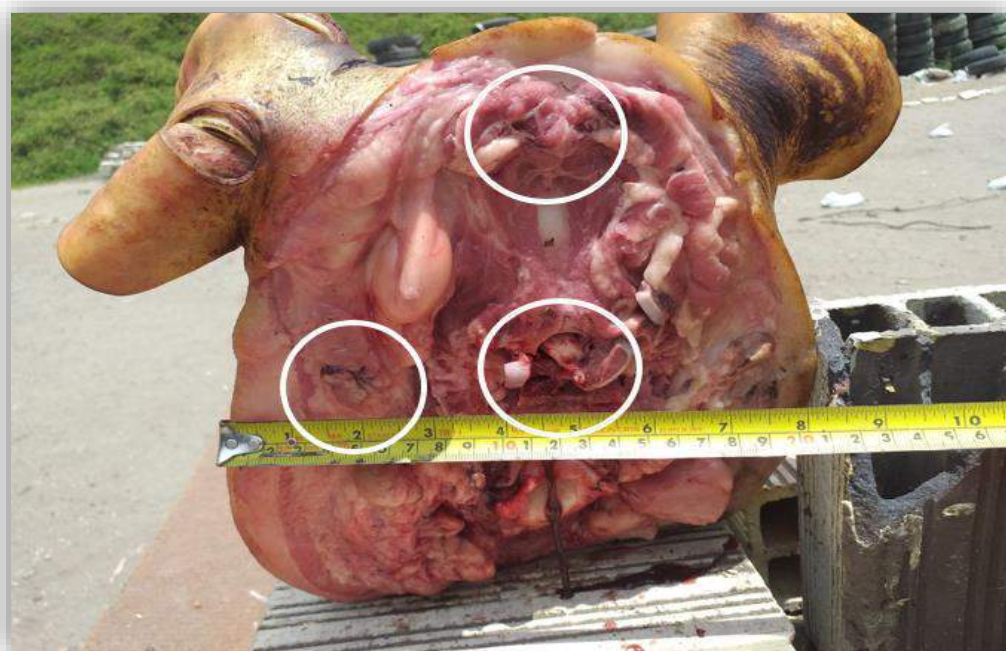
### **DISPARO 4:**

En el presente disparo con la munición utilizada .38 American Eagle Y las condiciones presentadas se generó una perforación de tejidos musculares, así como hueso, a una profundidad de 18 cm, por la ubicación cerebral, se considera una herida letal mas no mortal instantánea. El proyectil en el presente objetivo mostrando el perfil derecho a la boca del cañón, muestra la ubicación de la trayectoria pasando por un área, no cerebral.

**Figura 26:** Prueba de disparo en cerdo (orificios de entrada) efecto explosivo

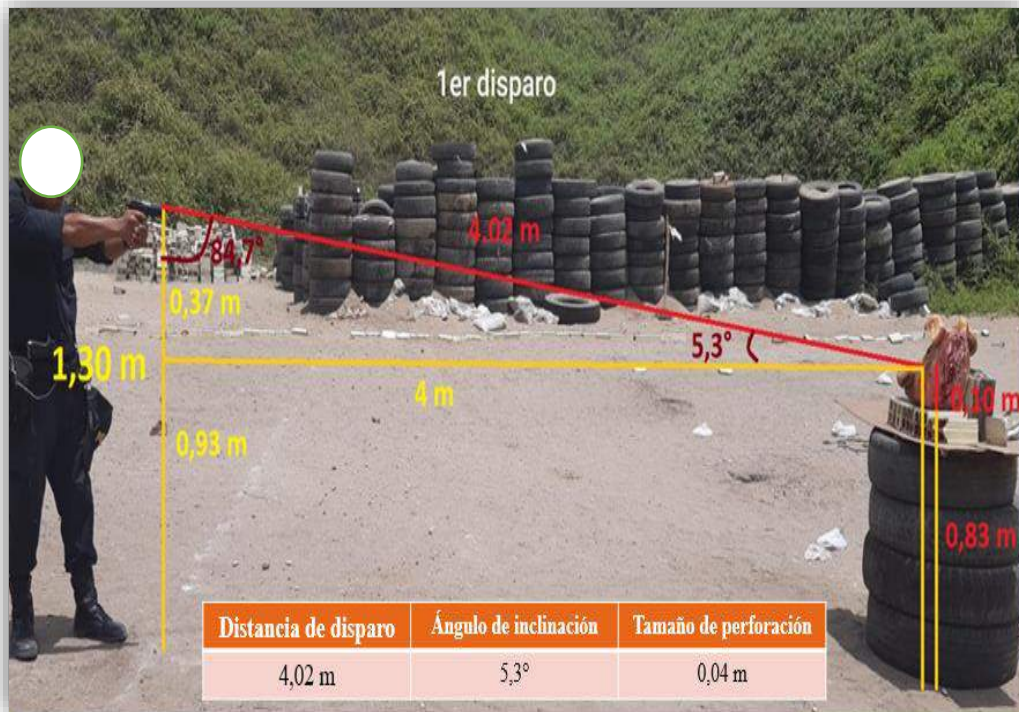


**Figura 27:** Prueba de disparos en cerdo (Orificios de salida).





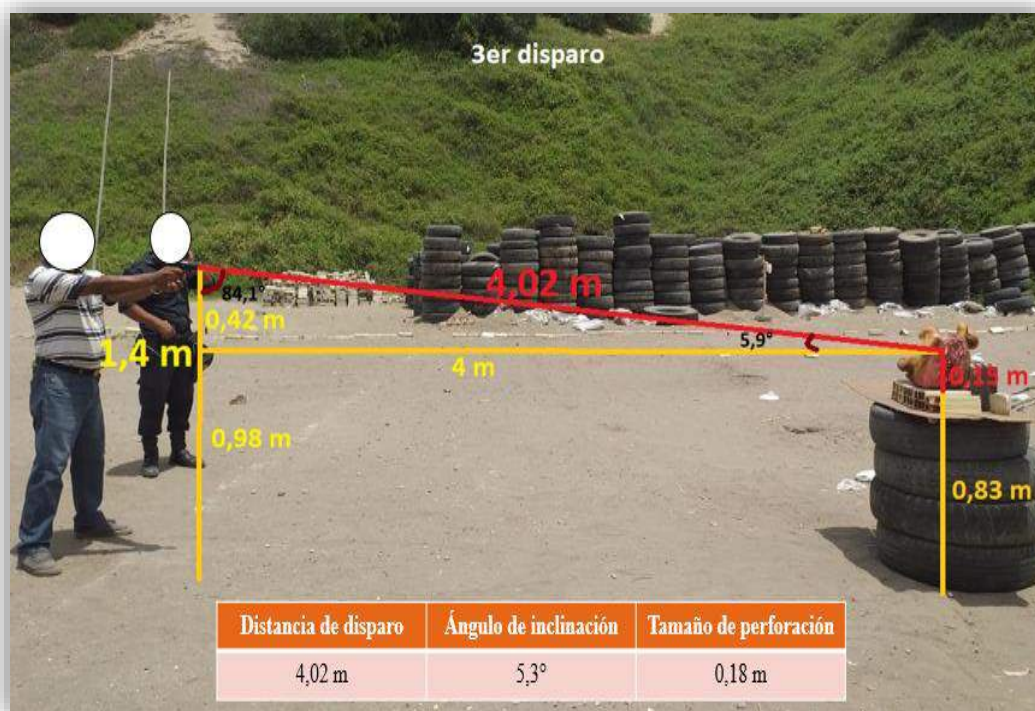
**Figura 28:** Primer disparo a 4 metros de distancia



**Figura 29:** Segundo disparo a 4 metros de distancia



**Figura 30:** Tercer disparo a 4 metros de distancia



**Figura 31:** Cuarto disparo a 4 metros de distancia





**Figura 32:** Elaboración propia. Calculando la distancia de los disparos, el ángulo de tiro y la medida de la perforación en la cabeza del cerdo.

DESCRIPCION DEL DISPARO N°1		
<i>Distancia de recorrido a 1er impacto.</i>	<i>Angulo de inclinación</i>	<i>Tamaño de perforación.</i>
4,02 m	5,3°	0,04 m 

DESCRIPCION DEL DISPARO N°2		
<i>Distancia de recorrido a 1er impacto.</i>	<i>Angulo de inclinación</i>	<i>Tamaño de perforación.</i>
4,02 m	5,6°	0,14 m

DESCRIPCION DEL DISPARO N°3		
<i>Distancia de recorrido a 1er impacto.</i>	<i>Angulo de inclinación</i>	<i>Tamaño de perforación.</i>
4,02 m	5,9°	0,2 m

DESCRIPCION DEL DISPARO N°4		
<i>Distancia de recorrido a 1er impacto.</i>	<i>Angulo de inclinación</i>	<i>Tamaño de perforación.</i>
4,02 m	5,3°	0,18 m 

**Figura 33:** Cuadro de las energías calculadas en cada experiencia. Elaboración propia del investigador.

<i>MUNICIONES</i>	<i>ENERGÍA CINÉTICA</i>	<i>CARACTERÍSTICA DE EFECTO</i>
<b>.380 AUTO 9MM CORTO marca REMINGTON</b>	330.1 J	<b>Corta distancia:</b> Efecto de penetración y perforación, presenta orificio de entrada y salida.
		<b>Larga distancia:</b> El proyectil, al momento del impacto produce un golpe en el objetivo, golpe que se transformará en una huella que se podrá observar para la determinación específica de una lesión producida por un proyectil de arma de fuego.
<b>,38'' SPL marca SELLIER &amp; BELLOT</b>	494.9 J	<b>Corta distancia:</b> Presenta orificio de entrada y salida, en algunos casos no presenta el orificio de salida, dando entender que en partes sólidas el proyectil no logra salir, mientras que en las partes blandas sí.

		<p><b>Larga distancia:</b> Debido al rozamiento, la energía cinética se va transformando en calor. Este efecto es comparable con el que se produce en el cuerpo humano, mostrando de esa manera cómo el proyectil de punta hueca genera un mayor traumatismo en los tejidos, lo que se traduce en un dolor más intenso para la víctima, siendo así más contundentes y con mayor poder de detención que los proyectiles convencionales.</p>
.38” SPL marca WINCHESTER	108.8 J	<p><b>Corta distancia:</b> Efecto de perforación y chamuscamiento, ruptura de madera, presentando astillas en el orificio de salida.</p> <p><b>Larga distancia:</b> El efecto que dejó es la penetración al blanco y la deformación del proyectil en comparación si impacta al cuerpo humano, produce heridas de alta severidad en órganos o vísceras profundas, presenta orificios de entrada y salida, se registra la quemadura al impactar perpendicularmente al objetivo.</p>
.38” marca MAGNETCH	214.2 J	<p><b>Corta distancia:</b> Residuos de pólvora en el orificio de salida. Presenta lesión cerebral traumática. Si fuera una persona, resultaría la muerte de ella.</p> <p><b>Larga distancia:</b> La posibilidad de supervivencia es muy poca. Los impactos sobre extremidades, muy comunes para impedir la huida, son eficaces con cualquier tipo de bala si el hueso resulta afectado.</p>
.38” marca AMERICAN EAGLE	223 J	<p><b>Corta distancia:</b> Efecto de perforación craneana, derrame cerebral, destrucción de tejidos, perforación de tejidos musculares.</p> <p><b>Larga distancia:</b> Su característica principal es la gran destrucción que existe en las estructuras que atraviesa y las adyacentes. Encontramos una zona de necrosis de los tejidos circundantes y por fuera de ellos una zona de infiltrado hemorrágico. El trayecto puede terminar en fondo de saco o dividirse en varios trayectos secundarios.</p>
CARTUCHO CALIBRE 12 G.A		<p><b>Corta distancia:</b> Efecto expansivo, si la distancia es menor será el diámetro de dispersión, a mayor distancia, menor expansión. El disparo de un cartucho de multiproyectiles genera un daño muy potente a corta distancia, a medida que la distancia aumenta.</p> <p><b>Larga distancia:</b> originarse una pequeña herida contusa, por golpeo del taco, dependiendo de cualquier forma de su naturaleza, peso y consistencia, que puede llegar a hacerle actuar como un auténtico proyectil. En ocasiones puede provocar quemaduras debido a la alta temperatura que alcanza.</p>



**Juicio de experto – perito balístico de la división de investigación criminal Laboratorio de balística forense**

**¿Usted como perito toma en cuenta las ecuaciones físicas en sus informes periciales?**

La velocidad lo determina la carga explosiva, nosotros no tomamos en cuenta la velocidad inicial, la fuerza de gravedad; ya que nuestros dictámenes periciales son más técnicos por así decirlo más empírico, pero no utilizando la fórmula física matemática, que sería mucho más precisa y contundente. Se debe emplear la fórmula física matemática para darle una mejor claridad e ilustración al que lee el dictamen pericial ya sea juez, fiscal o investigadores de acuerdo a los datos que podamos recabar en la escena del crimen. Si bien es cierto a veces sólo vemos una herida en el cadáver, pero el orificio de entrada y el recorrido final del proyectil, trazando un vector podemos determinar la posición del disparador, donde estuvo la persona que ejecutó el disparo. Y si logramos determinar en la escena del crimen donde estuvieron los casquillos ya tendríamos una distancia aproximada, para poder determinar de dónde se efectuó el disparo. La posición de la víctima con respecto al disparo, es importante. Y con estos datos ya se podría sacar, no con exactitud, pero si un aproximado, aplicando las probabilidades, es importante entender eso. También debería tomarse en cuenta la resistencia de los materiales, la resistencia de los huesos por la ubicación tiene diferente resistencia, la potencia de la carga explosiva de acuerdo a las marcas o de acuerdo al calibre; si es de revólver tiene menor potencia, si es de pistola tiene mayor potencia y si es de escopeta tiene mucha mayor potencia. La forma

aerodinámica del proyectil, también influye mucho en la resistencia del aire, la fuerza de gravedad a corta distancia no se nota, pero a larga distancia la fuerza de gravedad influye mucho en la caída del proyectil y el desvío que genera la velocidad del viento, entonces no se tiene en cuenta en una forma precisa, simplemente en los dictámenes periciales policiales lo hacemos en una forma más práctica, sólo uniendo lo básico, orificio de entrada, salida y trayectoria. Entonces es necesario las ecuaciones físicas matemática, ya que es una forma más precisa para poder explicar, mejor dicho, más contundente.

**¿A podido usted recopilar información acerca de efectos expansivos y destructivos a partir de las especificaciones técnicas de municiones uni y multiproyectiles?**

Bueno, no he visto un trabajo que expliquen efectos expansivos y destructivos de uni y multiproyectiles o una comparación, existen diferencias en disparos de un solo proyectil que de un multiproyectiles. No he visto trabajos de investigación de este tipo.

**¿Cómo identifica un orificio de entrada con un orificio de salida?**

A través de la forma, si es a corta distancia van a aparecer fenómenos de tatuaje o falso tatuaje, de acuerdo al tipo de arma, si es arma de puño (revólver o pistola) de 0 a 50 cm, van a parecer tatuaje o falso tatuaje, chamuscamiento, dependiendo de la distancia. Si es como armas largas, de 0 a 150 cm, aparece tatuaje o falso tatuaje, chamuscamiento; si no tiene esas características es larga distancia.

**NOTA IMPORTANTE**

Los efectos que son producidos por: De acuerdo al tipo de munición que se utiliza, de multiproyectiles hace mucho más daño, porque no es UN proyectil, sino son VARIOS proyectiles y de acuerdo a la distancia se agranda el cono de dispersión de los perdigones o postas. En cambio, cuando es de un uniproyectil por el giro es más preciso, por el rayado helicoidal, teniendo en cuenta la ojiva del proyectil, va hacer más daño; y ahora si es de alta velocidad va a generar mucho más daño.

### **Resultados de la encuesta realizada a los peritos balísticos**

Los expertos en materia de balística forense, considerados Peritos balísticos, que laboran y se desarrollan profesionalmente dentro de la División de Investigación Criminal (DIVINCRI) en la Policía Nacional del Perú, arrojaron los siguientes datos:

#### **P. 1 ¿Qué técnicas utilizan para determinar los efectos expansivos y destructivos de las municiones uni y multiproyectiles?**

**R.1:** 'Uni proyectil: Son aquellas armas de fuego, que relacionan disparos con cartuchos uniproyectil y la expansión se encuentra en el rayado helicoidal en el ánima del tubo de cañón, y por la distancia.

Multiproyectil: Son aquellos disparos con cartuchos que tienen cargas multiproyectiles (Perdigones) y no tienen rayado helicoidal, que a tres (03) metros se empiezan a dispersar''.

**R.2:** ''Se toma en cuenta en primer lugar el tipo de arma y la munición utilizada; siendo el caso que existen municiones que al contacto con su blanco; se expanden generando mayor daño; del mismo modo en el caso

de los multiproyectiles, varía tomando en cuenta la distancia del disparo, entre otros”.

**R.3:** “Observación, medición, perenización y hallazgo y levantamiento de indicios balísticos en escena”.

**R.4:** “En ambos casos se utiliza la observación, las lesiones en cada uno es diferente, el de un proyectil es el diámetro ocasiona un orificio similar a cualquier distancia, en el caso de los múltiples proyectiles el radio de dispersión de los perdigones o postas, depende de la distancia de disparo”

**R.5:** “Estudio, experimentación, análisis y comparación”

## **P.2 ¿En qué criterios se basa para determinar los efectos expansivos y destructivos de municiones uni y multiproyectiles?**

**R.1:** “En las características que dejan los proyectiles uni y multiproyectiles es el impacto”

**R.2:** “Se toma en cuenta los tipos de proyectiles disparados, pudiendo ser estos de punta blanda, con cobertura, de plomo desnudo, punta hueca, entre otros (uniprojectiles). En los multiproyectiles se toma en cuenta los tipos de proyectiles disparados, pudiendo ser perdigones, perdigones de plomo, perdigones de goma, postas de acero, entre otros (multiproyectiles); también se toma en cuenta la distancia”.

**R.3:** “El tamaño del calibre, marca de los proyectiles, carga explosiva que vienen en los cartuchos según su marca, donde que ha sido efectuado el disparo y el cuerpo impactado de consistencia dura o suave”

**R.4:** “Depende de diferentes factores como son:

Carga explosiva en cada caso son diferentes.

La fuerza de proyección varía.

La distancia es diferente, un proyectil por su carga llega más lejos, de múltiples proyectiles la distancia es menor.

Un solo proyectil tiene movimiento giroscópico, los múltiples proyectiles no son ondulantes.

La fuerza del viento y gravedad son diferentes en ambos casos.

**R.5:** “ En la experimentación y análisis de disparos con proyectiles múltiples y uniproyectiles, de diferentes calibres”

**P.3 ¿Realizan algún cálculo para determinar los efectos expansivos y destructivos de las municiones uni y multiproyectiles?**

**R.1:** “No, porque las características que dejan son precisas y notorias”

**R.2:** “Nos basamos (en la mayoría de casos), en los ejemplos dirigidos por la literatura, la cual indican distancias, daños, en diferentes superficies, tipos de cartuchos”

**R.3:** “Ecuaciones cinemáticas del movimiento parabólico, movimiento rectilíneo uniforme, aceleración”.

**R.4:** “No, nuestro trabajo es más técnico y teniendo en cuenta los calibres de los cartuchos y su carga explosiva”

**R.5:** “Si se realizan cálculos a través de la experimentación de disparos de diferentes calibres y distancias mediante la práctica y análisis”

**P.4 ¿Cuál es la importancia de las especificaciones técnicas de las municiones uni y multiproyectiles?**

**R.1:** “Porque se puede determinar de qué tipo de arma ha sido utilizado”

**R.2:** “Son importantes, porque nos permite conocer las características propias de cada cartucho, pudiendo saber sus dimensiones, cantidad de pólvora, entre otros”.

**R.3:** “Es muy importante porque el perito balístico según a la información determina el calibre y carga explosiva de los cartuchos uni y multiproyectiles y ayuda a determinar los efectos expansivos y destructivos, asimismo para determinar el lote y la tienda que se expanden dichas municiones”.

**R.4:** “Nos sirve para poder determinar el calibre, carga explosiva en gramos, peso de los proyectiles, la velocidad que son utilizados para poder determinar el poder de parada (neutralizar un objetivo)”

**R.5:** “La importancia de las especificaciones técnicas, es porque a través de ellos será posible realizar una mejor aplicación de los efectos expansivos producidos por la deflagración de la pólvora de los cartuchos en cada detonación”

**P.5 ¿Cuál es su opinión de las especificaciones técnicas de las municiones uni y multiproyectiles?**

**R.1:** “Que existen diferencias notorias en sus características en donde impactan”

**R.2:** “Son de gran ayuda al momento de realizar la labor pericial, en muchos casos, nos da una idea general del arma que puede participar en el hecho delictivo”.

**R.3:** “Ayuda a mejorar el trabajo del perito balístico porque ya existe un soporte de información de las municiones examinadas en el laboratorio”

**R.4:** “Son muy importantes para el profesional que lo utiliza, así como para los policías e investigadores y trabajar con esos valores y poder determinar distancias y otros factores que nos ayuden en la investigación”.

**R.5:** “Para un mejor análisis y aprovechamiento de los efectos expansivos que presentan demostrar su alto poder de destrucción”

#### **P. 6 ¿Cuál es su opinión de los efectos expansivos y destructivos?**

**R.1:** “Por el daño que ocasiona al impactar en su objetivo”.

**R.2:** “En el mundo se están fabricando todo tipo de municiones, sin tomar en cuenta el riesgo de vida que estas conllevan, es el caso de proyectiles que al ser disparados se fragmentan en varios semiproyectiles, siendo aún más letales”

**R.3:** “Determinar el efecto expansivo, destructivo de las municiones ayuda a determinar el ángulo de proyección y así determinar la distancia y trayectoria del disparo”

**R.4:** “Las municiones han sido creadas para ser utilizadas en las armas de fuego, dependiendo del calibre, carga explosiva, por su destino fueron hechos para la caza, la guerra, para deporte solo hay que conocer para qué lo utilizamos y escoger la munición adecuada por su poder de destrucción”

**R.5:** “Que son los causantes de todos los fenómenos producidos en las diferentes estructuras y superficies donde impactan los proyectiles produciéndose daños insospechables”

**P.7 ¿Desde su punto de vista como se puede aplicar la física para determinar los efectos expansivos y destructivos? ¿por qué?**

**R.1:** “Se puede aplicar la física para poder determinar el ángulo de disparo y establecer trayectoria.”

**R.2:** “La física es una ciencia de apoyo a la criminalística, pudiendo ser de ayuda en el área de balística forense, para determinar velocidad, fuerza, energía, entre otros factores, generados por los proyectiles disparados por armas de fuego”.

**R.3:** “Se puede determinar mediante fórmulas de trayectoria y el ángulo de inclinación, la distancia y hasta la altura del disparador y el lugar que se ha producido el disparo, porque existen fórmulas adecuadas para determinar lo antes mencionado y más”.

**R.4:** “Teniendo en cuenta, los datos técnicos de las municiones, características de la arma a utilizar, los fenómenos físicos de la tierra (resistencia del aire, gravedad. Movimiento giroscópico, peso del proyectil, etc.”

**R.5:** “La física se puede aplicar, mediante fórmulas para determinar la fuerza y velocidad con que se disparó e impactó el proyectil y dado a eso se puede calcular el daño que ocasiona”.



**P.8 ¿Por qué es importante la balística de efectos cuando se observa que un proyectil ha impactado en una madera y en un ser humano?**

**R.1:** “Por la forma de impacto e ingreso.”

**R.2:** “Porque nos permite calcular, la distancia, trayectoria, tipo de proyectil que lo ocasionó entre otros, siendo estos necesarios en un informe pericial”

**R.3:** “La balística de efectos es importante porque estudia el efecto que los proyectiles producen en el cuerpo humano u objetos, la trayectoria que el proyectil pasa para poder llegar al punto donde finalice su recorrido; la que se encarga de analizar con cautela cada paso que conlleva la muerte de una persona”.

**R.4:** “Los efectos que produce, teniendo en cuenta la distancia, trayectoria y efectos producidos”.

**R.5:** “Por qué a través de los daños ocasionados, se puede determinar el alcance y el ángulo del arma de fuego”.

**P.9 ¿Establezca diferencias acerca de los efectos expansivos y destructivos de las municiones uni y multiproyectiles?**

**R.1:** “Uni proyectiles el orificio de entrada es ovalado o circular o semiobalado”

**R.2:** “Expansivo: Está determinado por el calibre, tipo de proyectil, cercanía del disparo, ángulo del disparo, entre otros.

Destructivo: Depende de la distancia del disparo, tipo de munición, lugar donde impactó el proyectil’’

**R.3:** ‘‘Para establecer las diferencias primero hay que conocer cuál ha sido el objetivo y si es duro o flexible, conocer la carga explosiva de cada cartucho’’

**R.4:** ‘Un solo proyectil, más distancia, presencia de movimiento giroscópico, orificio igual o mayor al diámetro del calibre, describe una parábola. Múltiples proyectiles, menor distancia, movimiento ondulatorio, área de dispersión mucho mayor que la de diámetro del calibre y describe varias trayectorias y parábolas entre otros’’

**R.5:** ‘La principal diferencia sería que, los efectos expansivos y destructivos de una munición uniproyectil es más potente que la de múltiples proyectiles. Que los efectos expansivos y destructivos, en ambos casos están sujetos a las condiciones de la munición y a la distancia de disparo’’

**P.10 ¿Usted cree que es necesario la opinión de un físico para explicar dichos fenómenos en balística forense donde se investigue un hecho criminal?,**

**R.1:**’’No, porque sólo se puede’’

**R.2:** ‘‘Sería de mucha ayuda en los casos donde se tenga que hacer una reconstrucción del hecho, pudiendo ayudar en el establecimiento de trayectoria, distancia y para efectos provocados por los proyectiles’’

**R.3:** “De manera personal el balístico como perito debe preocuparse para tener los conocimientos en lo que es física, ya que la opinión del físico nos ayudará a tener un concepto más claro”.

**R.4:** “Por supuesto, se combinaría la parte técnica con la parte científica aplicando los datos técnicos y los fenómenos físicos que presenta la tierra y sus efectos que afectan un disparo”.

**R.5:** “Considero que, si es necesario la opinión y participación de un físico, para una mejor explicación de dichos fenómenos en balística forense”

## Cálculo de energías cinéticas de los proyectiles (bala) utilizados en el trabajo de investigación

### PROYECTIL .380 AUTO 9MM CORTO MARCA REMINGTON

**Figura 1:** Balanza electrónica de biología forense



Redondeando se tiene una masa del proyectil 8.42 gr, que al convertir a kilogramo nos da un valor de 0.00842 kg en lo resulta el dato experimental. Separándolos de una manera que se pueda observar el proyectil con el casquillo, se tiene lo siguiente. Con este dato que se obtuvo de la masa (dato experimental) después de haber convertirla en kilogramo  $m_1 = 0.00842 \text{ kg}$  y su velocidad  $v = 280 \text{ m/s}$ , se calcula ahora su energía cinética.

Dado por la ecuación:  $E_c = \frac{mv^2}{2}$ , reemplazando valores se tiene:

$$E_c = \frac{0.00842 \text{ kg} * (280 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2}$$

$$E_c = 330.1 \text{ J}$$

## PROYECTIL .38” SPL MARCA SELLIER & BELLOT

**Figura 2:** Balanza electrónica de biología forense



Redondeando se tiene una masa del proyectil 10.3 gr, que al convertir a kilogramo nos da 0.0103 kg en lo que resulta el dato experimental. Separándolos de una manera que se pueda observar el proyectil con el casquillo, se tiene lo siguiente. Con este dato que se obtuvo de la masa (dato experimental) después de haber convertirla en kilogramo  $m_2 = 0.0103 \text{ kg}$  y su velocidad  $v = 310 \text{ m/s}$ , se calcula ahora su energía cinética.

$$E_c = \frac{0.0103 \text{ kg} * (310 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2}$$

$$E_c = 494.9 \text{ J}$$

## PROYECTIL CALIBRE .38” SPL MARCA WINCHESTER

**Figura 3:** Balanza del investigador



Se obtuvo una masa de 3.83 gr con este dato que se obtuvo de la masa (dato experimental) después de haber convertirla en kilogramo  $m_3 = 0.00383\text{kg}$  y su  $v = 238,41\text{ m/s}$  , se calcula su energía cinética.

$$E_c = \frac{0.00383\text{ kg} * \left(238,41 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2}$$

$$E_c = 108.8\text{ J}$$

## PROYECTIL CALIBRE .38” MARCA MAGNETCH

**Figura 4:** Balanza de balística forense



Se tiene una masa del proyectil 8,1 gr, que al convertir a kilogramo nos da 0.0081 kg en lo que resulta el dato experimental. Separándolos de una manera que se pueda observar el proyectil con el casquillo, se tiene lo siguiente. Con este dato que se obtuvo de la masa (dato experimental) después de haber convertirla en kilogramo  $m_4 = 0.0081 \text{ kg}$  y su velocidad  $v = 230 \text{ m/s}$ , se calcula ahora su energía cinética.

$$E_c = \frac{0.0081 \text{ kg} * \left(230 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2}$$

$$E_c = 214.2 \text{ J}$$

## PROYECTIL CALIBRE .38" MARCA AMERICAN EAGLE

**Figura 5:** Balanza de balística forense



Redondeando se tiene una masa del proyectil 8.1 gr, que al convertir a kilogramo nos da un valor de 0.0081 kg en lo que resulta como dato experimental. Separándolos de una manera que se pueda observar el proyectil con el casquillo, se tiene lo siguiente. Con este dato que se obtuvo de la masa (dato experimental) después de haber convertirla en kilogramo  $m_5 = 0.0081 \text{ kg}$  y su velocidad  $v = 243,67 \text{ m/s}$ , se calcula ahora su

energía cinética. 
$$E_c = \frac{0.0081 \text{ kg} * \left(234,67 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2}$$

$$E_c = 223 \text{ J}$$





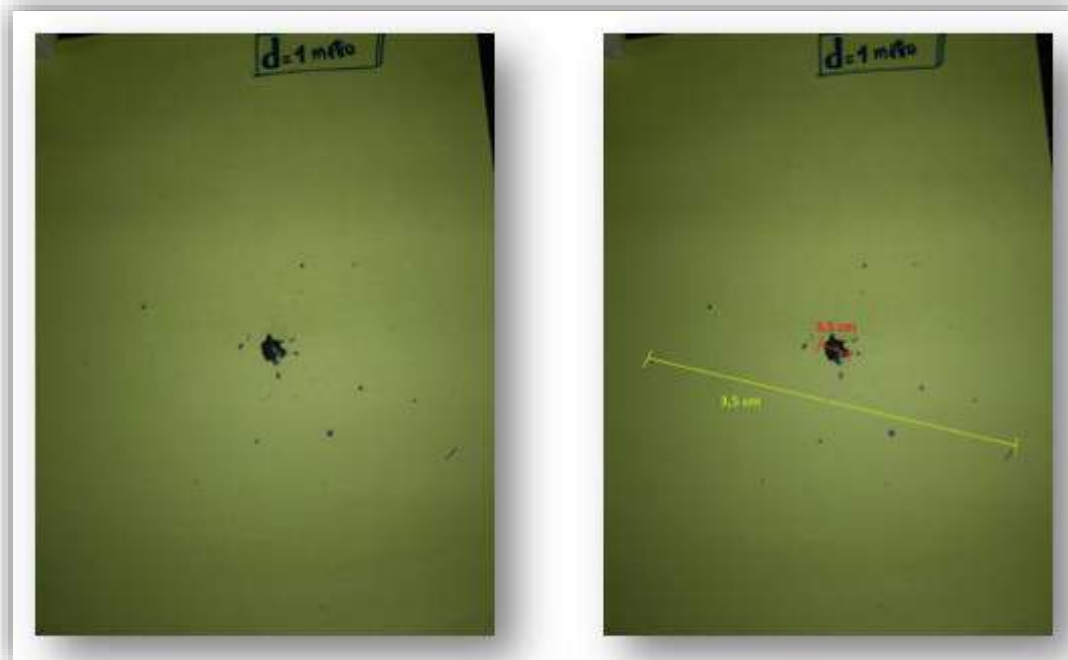
**ANEXO N° 01:** Martillo desarticulador de proyectiles



**ANEXO N° 02:** Carga explosiva del proyectil Remington



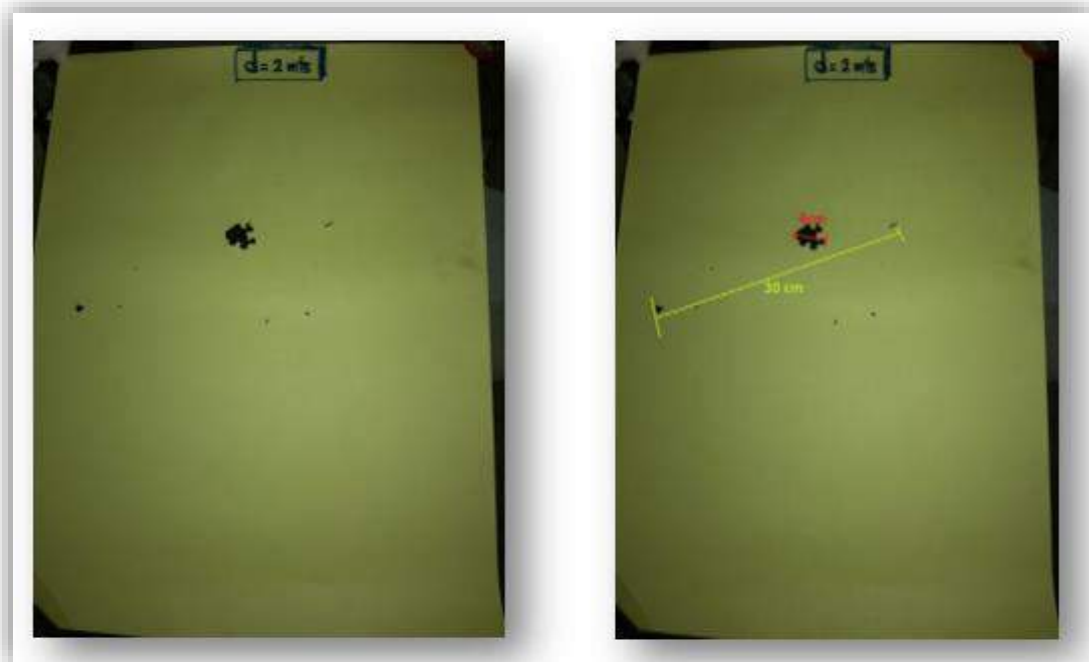
**ANEXO N° 03:** Disparo con escopeta cal 12 GA a 1 metros de distancia



**ANEXO N° 04:** Disparos con escopeta a 1 metro de distancia (Orificios de entrada)



**ANEXO N° 05:** Disparo con escopeta cal 12 GA a 2 metros de distancia



**ANEXO N° 06:** Disparos con escopeta a 2 metros (Orificios de entrada)



**ANEXO N° 07:** Disparo con escopeta cal 12 GA a 5 metros de distancia

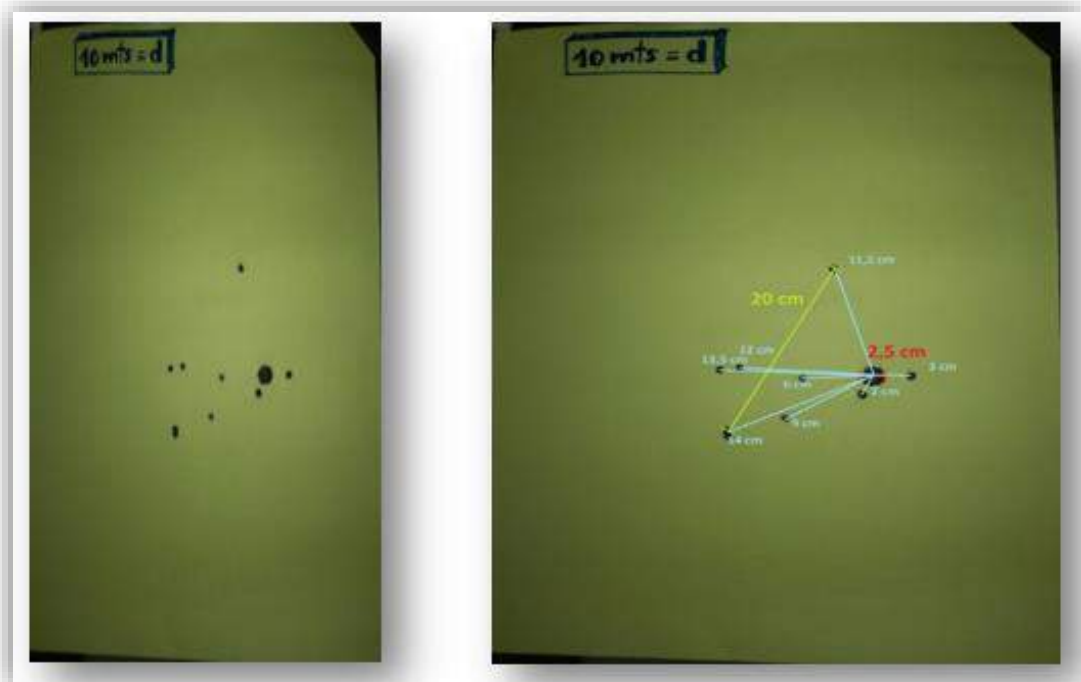


**ANEXO N° 08:** Disparos con escopeta a 5 metros (Orificios de entrada)





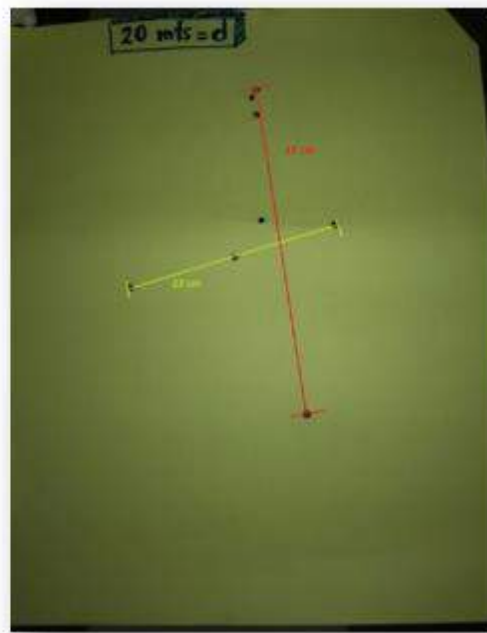
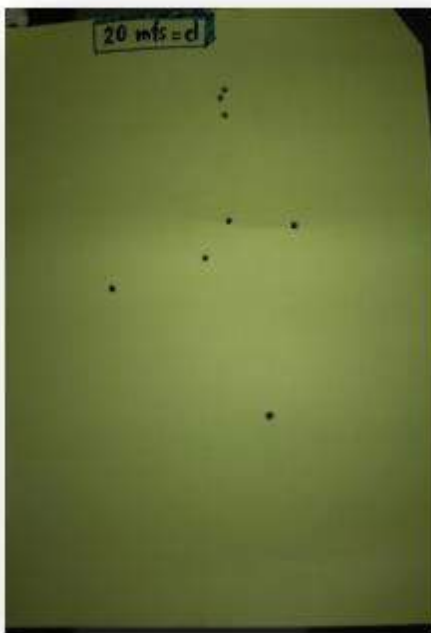
**ANEXO N° 09:** Disparo con escopeta cal 12 GA a 10 metros de distancia



**ANEXO N° 10:** Disparos con escopeta a 10 metros (Orificios de entrada)



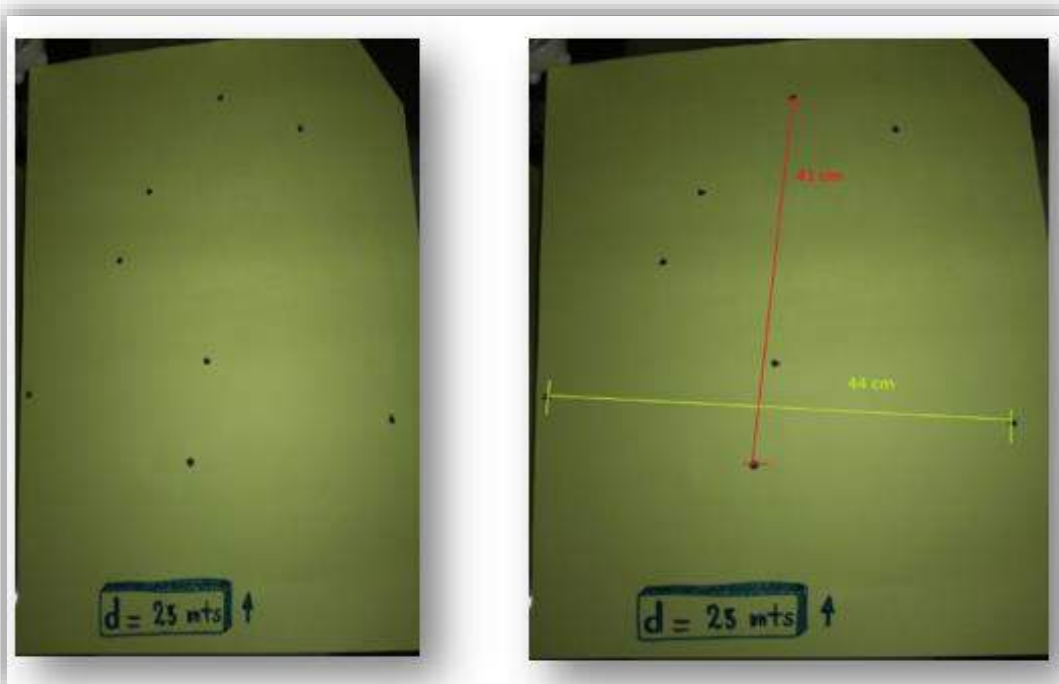
**ANEXO N° 11:** Disparo con escopeta cal 12 GA a 20 metros de distancia



**ANEXO N° 12:** Disparos con escopeta a 20 metros (Orificios de entrada)



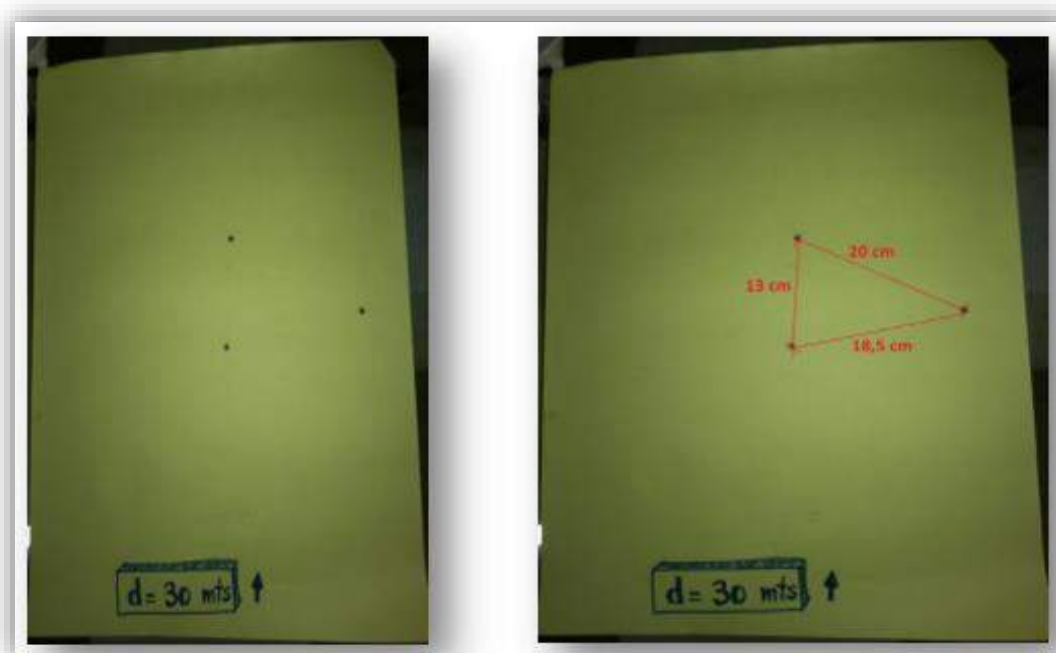
**ANEXO N° 13:** Disparo con escopeta cal 12 GA a 25 metros de distancia



**ANEXO N° 14:** Disparos con escopeta a 25 metros (Orificios de entrada)



**ANEXO N° 15:** Disparo con escopeta cal 12 GA a 30 metros de distancia



**ANEXO N° 16:** Disparos con escopeta a 30 metros (Orificios de entrada)



RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

Tesis revisión final

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## ***CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD***

Yo, Dr. Martín Augusto Delgado Wong, usuario revisor del documento titulado:  
DETERMINACIÓN DE LOS EFECTOS EXPANSIVOS Y DESTRUCTIVOS EN DIFERENTES  
SUPERFICIES A PARTIR DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUNICIONES: UNI Y  
MULTIPROYECTILES.

Cuyo autor es: Guillermo Henry Maldonado García

Identificado con Documento de Identidad 74576140; declaro que la evaluación realizada por el  
Programa Informático, ha arrojado un porcentaje de similitud de 12 %, verificable en el Resumen  
de Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro  
del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la  
integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los  
protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 01 de agosto de 2024.



Dr. Martín Augusto Delgado Wong  
DNI: 17610776



Bach. Guillermo Henry Maldonado García  
DNI: 74576140



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DECANATO

Ciudad Universitaria – Lambayeque

LICENCIADA - RESOLUCIÓN DEL CONSEJO DIRECTIVO N° 015 -2023-SUNEDU / CD



0056



ACTA DE SUSTENTACIÓN N° .....-202...-D/FACFyM

Siendo las 12:30 pm del día Viernes 31 de mayo del 2024, se reunieron los miembros del jurado evaluador de la Tesis titulada:

"DETERMINACIÓN DE LOS EFECTOS EXPANSIVOS Y DESTRUCTIVOS EN DIFERENTES SUPERFICIES A PARTIR DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MUNICIONES: UNA Y MULTIPROYECTILES"

Designados por Resolución N° 1151-2023-VIRTUAL D/FACFyM de fecha 18 DE DICIEMBRE-2023

Con la finalidad de evaluar y calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformada por los siguientes docentes:

Dr. ALFONSO AUSBERTO MENDOZA GAMARRA

Presidente

M.Sc. JARA HERNAN PRADA MARCHENA

Secretario

M.Sc. GUSTAVO VICTOR MONTALVO SOBERON

Vocal

La tesis fue asesorada por (el) (la) Dr. MARTIN AGUSTO DELGADO WONG, nombrado por Resolución N° 1151-2023-VIRTUAL D/FACFyM de fecha 18 DE DICIEMBRE DEL 2023

El Acto de Sustentación fue autorizado por Resolución N° 584-2024 D/FACFyM de fecha 23 DE MAYO DEL 2024

La Tesis fue presentada y sustentada por (el) (los) Bachiller (es): GUILLERMO HENRY MALDONADO GARCÍA y tuvo una duración de 40 minutos.

Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el Calificativo de Diecisiete (17) en la escala vigesimal, mención (BUENO).

Por lo que queda(n) apto(s) para obtener el Título Profesional de LICENCIADO EN FÍSICA, de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 1:45 PM se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto con la firma de los miembros del jurado.

Dr. ALFONSO AUSBERTO MENDOZA GAMARRA  
Presidente

M.Sc. JARA HERNAN PRADA MARCHENA  
Secretario

GUSTAVO VICTOR MONTALVO SOBERON  
Vocal

Dr. MARTIN AGUSTO DELGADO WONG  
Asesor



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Henry G Maldonado
Título del ejercicio:	Quick Submit
Título de la entrega:	Tesis revisión final
Nombre del archivo:	ctos_de_proyectiles_en_superficies_MODIFICADA._FINAL_doc...
Tamaño del archivo:	5.18M
Total páginas:	111
Total de palabras:	18,950
Total de caracteres:	99,706
Fecha de entrega:	02-ago.-2024 10:31a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega...	2426315062

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA



TESIS

“Determinación de los efectos expansivos y destructivos en diferentes superficies, a partir de las especificaciones técnicas de municiones: uni y multiproyectiles”

Investigador: Bach. Guillermo Henry Maldonado García

Asesor: Dr. Martín Augusto Delgado Wong

Lambayeque, 2024

APROBADA POR:

M.Sc. Martín Augusto Delgado Wong

**ASESOR**