

Universidad del Aconcagua

Facultad de Psicología



LICENCIATURA EN CRIMINALÍSTICA

TESINA

Título: “*Relación entre el ángulo de impacto y el efecto balístico, en disparos realizados con revólver y proyectil ojival calibre .38 a 90° y 70° sobre placas de acero laminado*”.

Alumna: RIVERA, Yésica

Director de Tesina: Lic. ROSSI, Carlos Alberto

Año 2018

AGRADECIMIENTOS

*“Todo tiene su tiempo, y todo lo que se quiere
debajo del cielo tiene su hora”.*

Eclesiastés 3:1

Termina una etapa en mi vida y quiero agradecer a todas las personas que me acompañaron en este recorrido universitario:

En primer agradezco a Dios por ser mi guía y mi sustento en los momentos más difíciles, por darme las fuerzas para vencer obstáculos y dificultades.

Agradezco a mis padres Lucas y Máxima por su apoyo incondicional, por su amor, por su paciencia, por su esfuerzo económico.

A mis hermanas/os, tíos, primos, familia en general por alentarme por no dejar que baje los brazos.

Al Licenciado Carlos Rossi, por guiarme en el desarrollo de mi tesina, gracias por su tiempo y dedicación.

A todas mis amigas y compañeras, gracias por cada momento compartido, gracias por estar.

A todos los que me ayudaron de alguna manera a lo largo de esta etapa de mi vida e hicieron posible que pudiera llegar a mi meta.

ÍNDICE

<i>RESUMEN</i>	7
<i>SUMMARY</i>	8
CAPITULO I	9
<i>INTRODUCCIÓN</i>	10
CAPITULO II	12
<i>ANTECEDENTES</i>	13
CAPITULO III	15
<i>MARCO TEÓRICO</i>	16
1. BALÍSTICA INTERIOR.....	16
1.1. Arma de fuego.....	17
1.2. Cartuchos	18
1.3. Catálogo de la munición utilizada	19
2. BALÍSTICA EXTERIOR	19
2.1. El proyectil.....	19
2.2. Energía Cinética de un proyectil	20
2.3. Efectividad de los proyectiles.....	22
2.4. Conceptos Relacionados con el Proyectil	23
2.5. Conceptos Relacionados con la Balística Exterior.....	25
3. BALÍSTICA DE EFECTOS.....	26
3.1. Acero	27
3.2. Choque Elástico e Inelástico	27
3.3. Efectos del proyectil al impactar sobre estructuras metálicas	28
CAPITULO IV	30
<i>ASPECTO METODOLÓGICO</i>	31
TIPO Y NIVEL DE ESTUDIO	31
UNIDAD DE ESTUDIO.....	31

ETAPAS DE LOS ENSAYOS BALÍSTICOS	32
INSTRUMENTOS Y MATERIALES.....	35
VARIABLES DE ESTUDIO	35
A. Cuadro de Operacionalización de las variables	35
B. Definición conceptual de las variables.....	36
CAPITULO V.....	42
<i>RESULTADOS</i>	43
1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO DE LAS VARIABLES ANALÍTICAS	43
1.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVOS DE LOS DISPAROS REALIZADOS A 90°	43
1.2. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS DISPAROS REALIZADOS A 70°	50
1.3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DISPAROS REALIZADOS A 90° Y 70°	56
2. PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO INFERENCIAL - RELACIÓN ENTRE VARIABLES	65
CAPITULO VI.....	82
<i>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</i>	83
CAPITULO VII.....	88
<i>CONCLUSIÓN</i>	89
BIBLIOGRAFIA.....	91
ANEXO.....	93
RECOLECCIÓN DE DATOS.....	94

RESUMEN

En el presente trabajo se determina la relación entre las características existentes en los efectos balísticos, producidos por proyectiles calibre .38 de plomo desnudo punta redondeada, disparados por un arma de fuego del tipo revólver calibre .357 Mg, y al impactar en ángulos de 90° y 70°, sobre chapas de acero. Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico comparativo, que permitió comprobar y demostrar que los efectos balísticos permiten definir cada uno de los ángulos de impacto.

La investigación presenta un enfoque cuantitativo y alcance relacional, utilizándose como unidades experimentales las muestras balísticas obtenidas del trabajo de investigación *“Balística de efectos: estudio de los signos característicos de la trayectoria incidente con diferentes ángulos de impacto (arribada), sobre placas de acero laminado”* dirigido por Rossi, C. et. al (2014), bajo el control académico del consejo de Investigaciones de la Universidad del Aconcagua.

Los resultados obtenidos permiten confirmar conocimientos existentes en Balística de efecto y aportar nuevos saberes, que serán de gran utilidad en pesquisas balísticas llevadas a cabo en aquellos casos donde las variables de estudio sean similares a las consideradas en este trabajo.

SUMMARY

The aim of this paper is to determine the relationship between the characteristics existing in the ballistic effects, produced by .38 bullet lead rounded point bullets, fired by a .357 Mg caliber firearm when impacting at 90 and 70 angles on steel sheets. The results obtained were subjected to a comparative statistical analysis, which allowed to verify and demonstrate that the ballistic effects allow to define each one of the impact angles.

The research presents a quantitative approach and relational scope, using as experimental units the ballistic samples obtained from the research work "Ballistics of effects: study of the characteristic signs of the incident trajectory with different angles of impact (arribada), on laminated steel plates" Directed by Rossi, C. et. al (2014), under the academic control of the Research Council of the Universidad del Aconcagua.

The obtained results allow confirming existing knowledge in ballistics of effect and provide new knowledge, which will be very useful in ballistic investigations carried out in those cases where the study variables are similar to those considered in this work.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En los hechos criminales de índole balísticos, uno de los aspectos, a dilucidar por el investigador, es determinar la trayectoria de proyectil para luego inferir la posición del tirador. La bibliografía establece que esto es posible cuando existen dos o más planos afectados por el mismo agente cinético, de este modo la línea imaginaria que une los efectos balísticos permite determinar la trayectoria, el ángulo/s de incidencia y, en el mejor de los casos, la posible ubicación del tirador.

Considerando los casos en los cuales no se dan estas circunstancias y, solamente, se cuenta con los efectos balísticos de un solo blanco, la posibilidad de establecer el ángulo de impacto es mediante las características que han quedado en el mismo, situación que dio origen a la línea de investigación abordada por la Carrera Licenciatura en Criminalística, de esta Universidad, cuyo fin fue responder al siguiente interrogante ¿existe relación entre el ángulo de impacto y los efectos balísticos?.

De este modo, ampliando los conocimientos existentes y replicando los resultados obtenidos en investigaciones llevadas por esta Universidad, nuestro **objetivo** fue “**establecer la relación existente entre las características de los efectos balísticos y los ángulos de impacto a 90° y 70°, resultantes de disparos realizados sobre placas de acero laminado, con proyectiles calibre .38´ punta ojival**”.

Partiendo de la hipótesis de trabajo:

“Existe relación entre el ángulo de impacto y el efecto balístico en disparos realizados con revólver y proyectil ojival a 90° y 70° sobre placas de acero laminado”.

Se realizó una investigación con enfoque cuantitativo, a nivel relacional, del tipo observacional, retrospectiva y transversal, siendo la muestra de estudio los efectos balísticos existentes en 62 placas de acero laminado (calibre 20), impactadas y atravesadas por proyectiles de conformación ojival, calibre .38, a 90° y 70°. Es decir, que en primeras instancias se procedió a describir cada una de las características distintivas presentes en los efectos balísticos, para luego relacionar cada una de esas particularidades o características, variables asociadas, con el ángulo de impacto, variable de supervisión.

Resultando de la descripción y medición de los signos específicos presentes de cada uno de los efectos balísticos, producidos por proyectiles calibre .38´ punta ojival, permitió establecer, mediante un análisis estadístico “bivariado”, que existen características que se relacionan con cada uno de los ángulos de impactos, permitiendo su individualización.

Las conclusiones a las cuales se arribó podrán ser utilizadas por los profesionales criminalísticos, en hechos o casos en los que sean necesario establecer el ángulo de impacto a través del efecto balístico existente en superficies metálicas de las mismas características o similares a las utilizadas en este trabajo, pudiéndose individualizar en el mejor de los casos, si ha sido un proyectil calibre .38´ punta ojival, como así también a través de las características distintivas, propias de cada ángulo, trayectoria entre el arma de fuego y el blanco.

En el Capítulo I, se presenta una introducción a la esencia de la investigación, donde se expresan el problema que motivó este trabajo, los objetivos tanto generales como específicos, justificación, e hipótesis general.

En el capítulo II, se exhiben los antecedentes directos de esta investigación.

El capítulo III está compuesto por el marco teórico que sirvió como base al tema investigado.

La parte metodológica está explicada a lo largo del capítulo IV, donde además se encuentran las variables utilizadas y sus respectivas definiciones. Se encuentra también el enfoque utilizado y nivel de investigación, materiales utilizados e instrumentación.

En el capítulo V, se exponen el análisis de los resultados mediante los métodos estadísticos utilizados con cada variable, las deducciones obtenidas, junto con las comparaciones que se formularon.

En cuanto al capítulo VI, se expresa el análisis y la discusión de los resultados.

Por último, en el capítulo VII, se expone la conclusión a la cual arribó la investigación.

CAPITULO II

ANTECEDENTES

Diferentes investigaciones se han realizado con respecto a impactos de proyectiles disparados por arma de fuego sobre estructuras metálicas con el propósito de describir no solo las características que presentan el blanco una vez impactado y atravesado, sino también las características que presentan los proyectiles al impactar y atravesar por los blancos mencionados. A continuación se mencionaran investigaciones que fueron de gran utilidad, para el desarrollo de la presente investigación:

Guzmán (2000), menciona en su libro investigaciones realizadas por Murr y Foltz (1970) quienes describieron efectos comunes para daños provocados con proyectiles calibre .22 LR como la formación de pétalos y tapas separadas del material. Al respecto el mismo autor, Guzmán (2000) estudio los efectos balísticos con calibres más grandes (.38, .357, .44 y .45) confirmando la expulsión de discos metálicos (tapas) y formación de rulos en los bordes evertidos para proyectiles de más alta velocidad.

Con respecto al ángulo de tiro, Ferreyro (2007), advierte que si el impacto se produce a un ángulo de 90° , le será más fácil al proyectil atravesarlo generando un efecto de sacabocado, por lo tanto la reconstrucción de la superficie sería imposible por la falta de material. Cuando el ángulo comienza a disminuir se observa una zona de ingreso o huella de arrastre inicial y si el ángulo es muy pequeño no se logra atravesar el metal aunque puede llegar a fisurarlo.

Por su parte, Chiviló (2008) separa el análisis en dos planos: el orificio de entrada y el orificio de salida. Respecto de esto indica que generalmente el orificio de entrada presenta aproximadamente el diámetro del proyectil, y que de forma regular (no siempre) el orificio de salida puede ser ligeramente mayor, presentando desprendimiento total o parcial del material impactado (efecto similar a un sacabocado con forma regular); también evidencia un desgarró de forma irregular con desplazamiento del material en forma de gajos o pétalos.

El mismo autor menciona que por lo general cuando el proyectil impacta en forma perpendicular al blanco, el orificio presenta una forma radial uniforme, mientras que si el impacto es oblicuo, es decir que si este se produce a ángulos menores de 90° el orificio tiende a ser presentar una configuración elíptica u ovalada. (pág. 212, 213)

Al respecto Guevara (2010), determina en impactos producidos sobre láminas de acero signos que caracterizan a cada ángulo de incidencia. Dentro de estos signos, menciona la *morfología del orificio*, para lo cual indica que esta varía claramente según se modifica el ángulo de incidencia, definiendo de esta manera dos grupos; orificios generados con proyectiles incidentes a 50°, 60° y 70° conformaciones piriformes, mientras que para ángulos de incidencia de 80° y 90° conformaciones ovoidales.

Del mismo modo Rossi (2014) identifica signos que caracterizan a cada ángulo de impacto, sobre láminas de acero, pero en este caso impactadas y atravesadas, por proyectiles calibre 9mm y .38 de conformación ojival y tronco cónica.

Por último, investigaciones recientes, Arias (2017) "*Balística de efecto en chapas de acero*" y Goto (2017), "*Relación entre los ángulos de impacto a 70° y 90° y las características del efecto balístico en chapas de acero laminado, producidos con pistola 9mm, proyectil punta tronco-cónica*" realizaron investigaciones más minuciosas, enfocándose o comparando sólo dos ángulos de impacto, 90° y 70°. Si bien las características del efecto balístico a simple vista son similares, a través de un estudio meticuloso de los mismos, las autoras de dichas investigaciones lograron determinar la relación entre el ángulo de impacto y las características del efecto balístico, identificando particularidades en el efecto balístico, que logran individualizar el ángulo de impacto, tales como, forma del orificio, dirección y elevación del cuello, por lo cual llegan a establecer que las características del efecto balístico no son independiente del ángulo de impacto.

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

El encuadre de la temática planteada, se fundamenta en una serie de conocimientos sobre Balística, entendida ésta *como la ciencia y arte que estudia integralmente las armas de fuego, el alcance, dirección de los proyectiles y los efectos que producen*, Guzmán (2000). A su vez Vidrio (2007) divide la balística en cuatro ramas; a) balística interior, b) exterior, c) de efectos y d) forense. Además en la actualidad se habla de “*Balística Reconstructiva*”, la cual comprende todos los estudios que el perito debe realizar, apoyado en los dictámenes de otras especialidades, para llegar a conclusiones que indiquen, como en este caso, la relación entre la deformación de los proyectiles y los ángulos de impacto, determinando la posición del tirador, número de armas que participaron en el hecho, trayectorias de impactos, entre otros.

Mientras que en la ciencia balística clásica el problema planteado es que arma y que munición emplear para, efectuando un disparo desde una distancia determinada y con un determinado ángulo de tiro, lograr ciertos efectos en un blanco concreto, la *Balística Forense* actúa en sentido inverso, es decir a la vista de los efectos producidos en un blanco concreto, debe determinar el tipo de arma y de munición utilizados, la distancia desde la que se efectuó el disparo, e ángulo de impacto, el número de disparos realizados y, en su caso, si la vaina y el proyectil recogidos han sido percutido y disparado respectivamente, por el arma sospechosa o lo han sido por otra diferente.

Por lo tanto al inferir acerca de la procedencia del proyectil y de lo acaecido en el lugar de los hechos es necesario considerar diversos enfoques teóricos, los cuales aportan diversos conocimientos técnico-científicos. A continuación se mencionaran aquellos que fueron de gran utilidad para la presente investigación:

1. BALÍSTICA INTERIOR

La balística interior es la que estudia todo lo relativo a la estructura, mecanismo, funcionamiento carga y técnica de disparo del arma de fuego hasta que el proyectil abandona la boca del cañón.

Vidrio (2007), define la balística interior como la rama que estudia la forma en que la energía en reposo contenida en el propelente se libera y se convierte en energía cinética de un proyectil.

Según el mismo autor, existen tres pasos en el proceso de la conversión de la energía que ocurren dentro del cañón del arma:

- La pólvora se descompone y forma productos gaseosos; al mismo tiempo se libera gran cantidad de calor por la combustión del propelente.
- Las grandes cantidades de calor originan altas presiones en la recámara del arma, obligando a la bala a desprenderse del casquillo, iniciando su movimiento.
- La acción provocada por la presión de los gases empuja al proyectil en la dirección de menor resistencia, esto es, hacia la salida de la boca del cañón, y la reacción se traduce en el retroceso del arma.

Se incluirán, entonces, en este apartado aspectos relacionados al arma de fuego y munición utilizados.

1.1. ARMA DE FUEGO

Según la definición del Renar, se considera arma de fuego al *“arma que utiliza la energía de los gases producidos por la deflagración de las pólvoras, para lanzar un proyectil a distancia”*.

Como en la presente investigación las probetas fueron impactadas por proyectiles disparados por un arma de fuego del tipo “revolver” se limitará a realizar solo su respectiva definición:

“Arma de puño, que posee una serie de recamaras en un cilindro o tambor giratorio montado coaxialmente con el cañón. Un mecanismo hace girar el tambor de modo tal que las recamaras son sucesivamente alineadas con el ánima de cañón. Según el sistema de accionamiento del disparador, el revólver puede ser de acción simple o de acción doble”.

1.2. CARTUCHOS

Si bien, a la hora de inspeccionar el efecto balístico generado sobre un blanco determinado el investigador se detiene en el tipo de proyectil que lo produjo, es necesario establecer también su procedencia, es decir, esclarecer el conjunto de su unidad inicial, “*el cartucho*”.

De acuerdo con el decreto 395/75 inc. 19) se denomina cartucho al *conjunto constituido por el proyectil entero o perdigones, la carga de proyección, la capsula fulminante y la vaina*.

Existen dos tipos de cartuchos, metálicos y semimetálicos. El primero fue utilizado en la presente investigación, estos se caracterizan por presentar un único proyectil, el cual una vez disparado por el arma de fuego se propulsan a gran velocidad llegando a más de 200m/s. A diferencia de estos, los cartuchos semimetálicos, presentan proyectiles múltiples, este tipo de cartuchos están diseñados para usarse en armas de ánima lisa.

Estructura de cartuchos metálicos

1. El casco o casquillo (vaina)
2. El fulminante o detonador
3. La carga de proyección (pólvora)
4. La bala o proyectil.



1.3. CATÁLOGO DE LA MUNICIÓN UTILIZADA

Magtech / CBC – 38 SPL 158 niveles redondos de plomo 38^a

Descripción

Símbolo: 38A

Calibre 38 Especial

Categoría: municiones de pistola

Características de bala: funcionamiento preciso y positivo, económico, 100% de plomo.

Características

Calibre: 38 Especial

Cubierta: laton de fabrica

Estilo de bala: LRN

Peso de bala (granos): 158

Diámetro de la bala (pulgadas): 0,358

Densidad seccional de la bala: 0,176

Tipo de imprimador: Small Pistol Primer 1.5

2. BALÍSTICA EXTERIOR

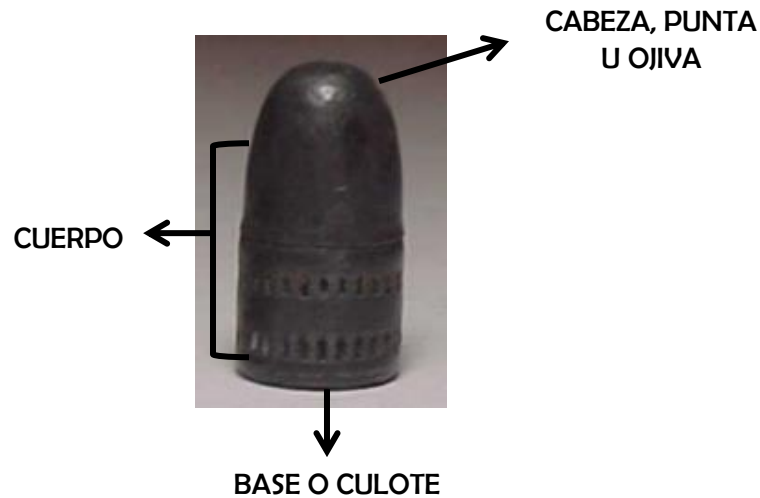
Chiviló (2008), la define como rama de la balística que estudia el movimiento y el comportamiento del proyectil desde el momento en que abandona la boca del tubo-cañón hasta que llega a su objetivo.

Como el objeto principal de esta parte de la balística, es el proyectil, se procederá a su definición:

2.1. EL PROYECTIL

Es el cuerpo que se desplaza de manera libre por el espacio a partir del impulso recibido, es decir que se proyecta, Chiviló (2008).

Las partes de un proyectil son:



Por su parte Ferreyro (2007) lo define como el elemento dinámico del cartucho, que al salir de la boca de arma realiza diversos movimientos:

- a) *Movimiento de Traslación*: entendido este como el movimiento que tiene un cuerpo cuando un segmento de él se mantiene paralelo a si mismo durante todo el movimiento;
- b) *Movimiento de Rotación*: es aquel que tiene un cuerpo cuando sus puntos describen circunferencias, cuando las circunferencias tienen centros sobre una misma recta, o cuando esta recta llamada "eje de rotación", es perpendicular a los planos de circunferencia.
- c) *Precisión*: asimismo, el proyectil realiza dos movimientos secundarios, uno de ellos llamado "precisión", entendido como el trazado de una circunferencia en el aire, perpendicular a la trayectoria y sobre su centro de gravedad, que realiza la punta del elemento;
- d) *Spin*: y el último movimiento denominado "spin", que es el giro sobre el eje vertical del proyectil durante su trayecto en el aire.

2.2. ENERGÍA CINÉTICA DE UN PROYECTIL

La velocidad de un proyectil, tanto la inicial como la remanente, es una de las cualidades más importantes del binomio arma-proyectil, entendiéndose por

velocidad inicial la que el proyectil lleva en el momento de salir por el cañón. Remanente es la que presenta el proyectil en cualquier punto de su recorrido.

En el caso de un proyectil su efecto balístico está estrechamente relacionado con la energía cinética con que el proyectil abandona el arma de fuego y le transfiere total o parcialmente al blanco a impactar.

La energía cinética se origina en la trayectoria interna, es decir dentro del arma; cuando se enciende la pólvora propulsora que presenta la vaina, da comienzo un fenómeno con la consecuente producción de energía química; cuando el fuego transforma la pólvora en gas, esa energía química mueve el proyectil a través del cañón del arma, le hace tomar el giro sobre su eje longitudinal y cuando llega al exterior, esa energía química se transforma en energía cinética. Esta energía es directamente proporcional a la masa y al cuadrado de la velocidad.

$$Ec = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Sin embargo, se considera velocidad inicial a la velocidad con que el proyectil abandona la boca del arma de fuego, y es la que presenta mayor valor, ya que a medida que el proyectil transita por el aire, la resistencia del mismo lo frena y pierde velocidad.

Para mantener el valor de la velocidad inicial hasta la mayor distancia posible, es importante considerar, como lo expresa la fórmula de E_c , la *masa* del proyectil; ya que una simple observación permite apreciar que si se dispone de dos proyectiles de igual geometría, del mismo diámetro, y longitud, disparados a la misma velocidad, pero diferente material, como por ejemplo, uno de plomo y el otro de plástico, no cabe la menor duda que el primero alcanzaría más distancia e impactaría más fuerte, no así el segundo que por ser más liviano perderá más fácilmente su velocidad durante el vuelo, y además por ser la masa menor, también será menor la energía cinética.

Del mismo modo, se puede observar que cuando se toman dos proyectiles cilíndricos del mismo diámetro y ambos del mismo material, como por ejemplo plomo, con la diferencia de que uno es más largo que el otro, si se los dispara a la misma velocidad, tampoco cabe duda de que el más largo avanzaría más lejos y golpearía más fuerte que el corto. Esto es lo que se conoce como densidad seccional, la cual es directamente proporcional a su peso e inversamente proporcional al cuadrado de su diámetro:

$$Ds = \frac{P}{d^2}$$

Sumado otro factor importante, como lo es la forma del proyectil, consideraremos dos proyectiles con la misma densidad seccional, (igual diámetro y peso que otro), pero con distinta forma en su punta, uno chata y el otro ojival, será el segundo el que tenga a igualdad de velocidad inicial, mayor alcance y penetración. El mayor alcance es debido a una mayor facilidad de penetración en el aire. Por lo tanto, la forma dada al proyectil unida a su densidad seccional, es lo que se llama coeficiente balístico;

$$Cb = \frac{P}{d^2 \cdot K}$$

Para mantener el valor de la velocidad inicial hasta la mayor distancia posible, es importante considerar la forma del proyectil, es decir el diseño del mismo; un proyectil esférico pierde más rápido su velocidad, ya que la resistencia del aire acciona sobre una mayor superficie, por el contrario en proyectiles ojivales, el diseño aerodinámico hace que la resistencia del fluido del aire influya menos, por lo tanto la velocidad inicial se pierde más lentamente.

2.3. EFECTIVIDAD DE LOS PROYECTILES

La efectividad de los proyectiles depende principalmente del binomio arma-munición de los cuales se desprenden los factores de cuatro factores principales:

- ✓ La naturaleza química de la pólvora;
- ✓ La forma y el tamaño de los granos de la pólvora
- ✓ La longitud del cañón del arma y
- ✓ El coeficiente balístico del proyectil.

Cuando inicialmente se quema la pólvora en el interior del cartucho, por efectos del disparo, se forma el gas, cuya descomposición se hace más caliente elevando aceleradamente la presión. Estos dos sucesos sirven para aumentar la velocidad de combustión del propelente, ya que los granos individuales de la pólvora se queman dependiendo de la cantidad de superficie expuesta a la temperatura, motivo por el cual para asegurar condiciones específicas, los fabricantes modifican las velocidades de combustión elaborando pólvoras con granos de diferentes formas.

Con respecto al cañón de las armas, se puede decir que este está conformado por un tubo de acero que tiene dos funciones primordiales: proporcionar dirección a los proyectiles y resistir las altas presiones que se generan en el interior. Existen cañones de ánima rayada y cañones de ánima lisa. Los primeros destinados a disparar proyectiles únicos, mientras que el segundo destinado a disparar proyectiles múltiples. A continuación se mencionaran algunas de las características físicas de los cañones de ánima rayada:

- a) Cañones de ánima rayada: los cañones de armas portátiles se encuentran surcados con estrías o hendiduras helicoidales, que pueden variar en su orientación, ángulo, cantidad, longitud y profundidad, cuyo propósito es impartir un movimiento rápido de rotación al proyectil para que este obtenga la estabilidad necesaria, manteniendo su punta siempre hacia adelante y venciendo con mayor facilidad la resistencia del aire, logrando mejor precisión y mayor alcance.
- b) Longitud del cañón: cuanto mayor sea la longitud del cañón, más aceleración y velocidad tendrá el proyectil; eso se debe a que un cañón más largo permite una mejor más completa combustión de la pólvora, y un máximo aprovechamiento de los gases y de la presión resultante de la misma.

2.4. CONCEPTOS RELACIONADOS CON EL PROYECTIL

a. Capacidad de penetración

La capacidad de penetración mide la distancia que un proyectil recorre dentro de un blanco antes de detenerse. El físico inglés Isaac Newton desarrolló por primera vez esta idea para obtener aproximaciones de la profundidad del impacto de proyectiles lanzados a altas velocidades.

$$L = \frac{\rho_p}{\rho_b} \cdot D$$

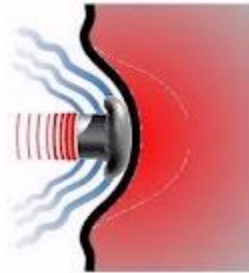
Siendo:

- D longitud del proyectil
- ρ_p densidad del proyectil
- ρ_b densidad del blanco

Como se aprecia en la formula no se tiene en cuenta la velocidad, pero no se debe olvidar que si la velocidad es baja no se puede aplicar la falta de cohesión. Tampoco depende del diámetro del proyectil.

b. Poder de parada

Este concepto se encuentra vinculado al anterior, definida como la capacidad o propiedad del proyectil para transmitir su energía cinética al objetivo cuando impacta contra este, derribándolo.

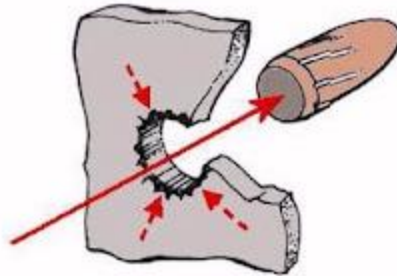


c. poder de penetración

Es la capacidad o propiedad del proyectil para perforar o penetrar el objetivo. Por lo general, si una bala cede mucha de su energía tendrá poca penetración, y viceversa. La efectividad terminal, es decir el daño que causa en un blanco, depende tanto de la cantidad de energía que lleve la bala como la porción de energía que le transfiera al blanco. Existen muchas formas de aumentar la cantidad de energía transferida y la más común de ellas es aumentando el área frontal de la bala (por ejemplo, las balas expansivas están diseñadas para abrirse, aumentando su área frontal y cediendo una gran cantidad de energía al blanco, pero a costa de menor penetración).

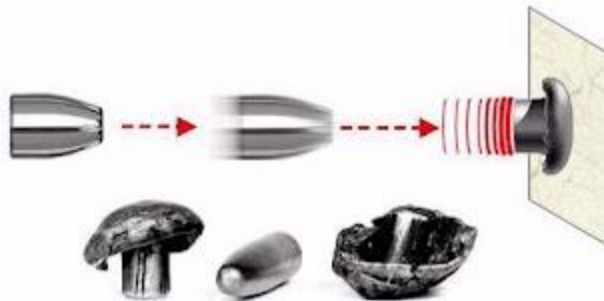
d. Poder de perforación

Es la capacidad de un proyectil de atravesar elementos dependiendo de la velocidad inicial, del material y forma de la punta.



e. Capacidad de deformación

Es la capacidad o propiedad del proyectil para una vez impactado contra el objetivo, deformarse.

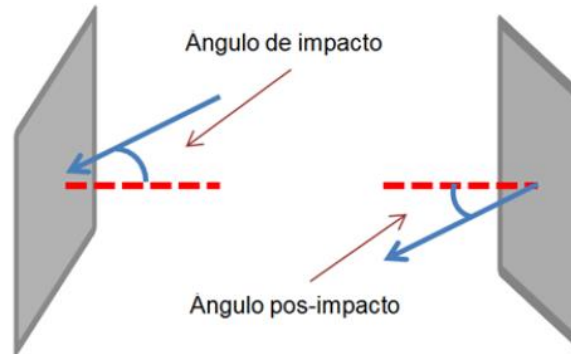


2.5. CONCEPTOS RELACIONADOS CON LA BALÍSTICA EXTERIOR

Trayectoria: es la curva de parábola imperfecta que describe el proyectil desde que sale de la boca del cañón, hasta que llega al objetivo e impacta, Chiviló (2008).

Ángulo de impacto: vértice ubicado en el orificio de entrada, cuyos lados lo conforman la horizontal y la tangente de la trayectoria. Guzmán (2000).

Ángulo pos impacto: ángulo formado cuando el proyectil atraviesa el blanco; su vértice se encuentra en el orificio de salida, y sus lados lo forman la línea perpendicular de la tangente de la superficie del blanco y de la trayectoria.



*Ilustración n° 1: ángulo de impacto (izquierda) ángulo pos-impacto (derecha)
Fuente: Goto (2017)*

3. BALÍSTICA DE EFECTOS

La Balística de efectos es la que concierne a la presente investigación, definida esta como “*rama de la balística orientada al estudio de la acción y las consecuencias producidas por los proyectiles, durante y después que estos hubieron de impactar sobre cualquier estructura*”. Vidrio (2007).

En estructuras metálicas, Ferreyro (2007) afirma que cuando un proyectil afecta una pieza metálica, en principio golpea contra ella y la estira hasta que puede vencer esa resistencia, al hacerlo deja un orificio, el hundimiento primario adyacente al orificio y el desplazamiento del material o su seccionamiento.

El efecto final de un proyectil al impactar sobre un blanco no siempre es el mismo, es decir no siempre existe una perforación como en el caso presentado. Estos efectos básicamente dependen de la velocidad del proyectil, de su forma, peso, dureza, resistencia que le ofrece el blanco u objetivo, y de la distancia existente entre la boca del cañón y el punto de impacto.

3.1. ACERO

Aleación hierro-carbono deformable plásticamente, cuyo contenido de carbono se mantiene inferior al que corresponde al límite de saturación de la austénita, que es aproximado a 1,9% y que contiene además otros elementos incorporados en forma accidental o deliberada que le confieren propiedades características, el contenido mínimo de carbono es aproximado a 0,005%, pudiendo en ciertos aceros con alto contenido de cromo superar el límite máximo.

El aumento del contenido del carbono en el acero eleva su resistencia a la tracción, incrementa el índice de fragilidad en frío, y hace que disminuya la tenacidad y la ductilidad.

3.2. CHOQUE ELÁSTICO E INELÁSTICO

Otro factor físico implicado en la investigación es el choque entre partículas, el cual según Jerry D. Wilson y Anthony J. Buffa (2003) se define como la colisión entre dos o más cuerpos que es percibido por una repentina desaceleración causada normalmente por un impacto.

Se destacan diferentes tipos de choques, diferenciándose entre sí por la variación de velocidad relativa entre los cuerpos en colisión; las mismas se clasifican de la siguiente manera:

Choque totalmente inelástico: cuando dos objetos chocan y permanecen unidos. La cantidad de movimiento se conserva pero la energía cinética no y se observa que la velocidad relativa de los cuerpos es nula después del choque.

Como consecuencia, los cuerpos que colisionan pueden sufrir deformaciones y aumento de su temperatura.

La principal característica de este tipo de choque es que existe una disipación de energía, ya que tanto el trabajo realizado durante la deformación de los cuerpos como el aumento de su energía interna se obtiene a costa de la energía cinética de los mismos antes del choque. En cualquier caso, aunque no se conserve la energía cinética, si se conserva el momento lineal total del sistema.

Choque perfectamente elástico: se denomina choque elástico a una colisión entre dos o más cuerpos en la que estos no sufren deformaciones permanentes

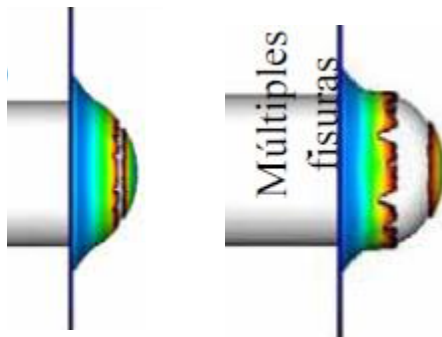
durante el impacto. Se conserva tanto la cantidad de movimiento como la energía cinética, y no hay intercambio de masa entre los cuerpos, que se separan después del choque. La velocidad relativa de los cuerpos después del choque es igual y de signo contrario a la existente antes de él.

3.3. EFECTOS DEL PROYECTIL AL IMPACTAR SOBRE ESTRUCTURAS METÁLICAS

Es importante, antes de mencionar los efectos del proyectil, al impactar sobre estructuras metálicas, indicar que los efectos no siempre serán los mismos, estos dependerán básicamente tanto de la elasticidad, dureza o resistencia del material impactado, como así también de la densidad, la forma del proyectil, y de la distancia de disparo.

Ferreyro (2007), define Impacto, como el choque entre dos cuerpo que ocurre durante un intervalo muy pequeño de tiempo, en el cual los dos cuerpos ejercen entre si fuerzas relativamente grandes. Cuando ese encuentro se produce, siempre hay deformaciones en ambos elementos, que pueden ser plásticas o elásticas. La energía de esos elementos puede agotarse o persistir, dependiendo de muchos factores, en especial la velocidad y la capacidad de entrega de esa energía.

La misma autora, a su vez, expone un modelo teórico, donde considera el proceso de la perforación de blancos metálicos; argumenta que cada vez que un proyectil perturba una pieza metálica, la estira hasta que éste puede vencer esta resistencia, y finalmente al hacerlo deja un orificio, un hundimiento primario contiguo al orificio, desplazamiento del material en dirección de la trayectoria del proyectil y en ocasiones produce su seccionamiento.



*Proceso de perforación, impactos
perpendiculares.*

*Fuente: Anales de Mecánica de la fractura 25,
Vol. 1 (2008)*

Asimismo, la autora describe diversas variantes, estas están íntimamente relacionadas, por un lado con el proyectil, por lo que explica que mientras más aguzada sea la punta, mayor será la capacidad de perforación que tenga el proyectil con respecto a la chapa. Por el contrario, si la punta es plana o menos aguzada, se incrementara la presión del proyectil sobre el metal, lo que ocasionará una huella general, ya sea de transferencias o de deformación del proyectil, en caso de ser de plomo, será de grandes dimensiones. Por otro lado hace referencia al ángulo de tiro, explicando que si el impacto se produce a un ángulo de 90° , entonces será más fácil para el proyectil perforar la superficie metálica.

Por su parte, Vidrio (2007) argumenta que en el caso de examinar vehículos baleados, sería sencillo determinar la dirección de los disparos, pues la trayectoria de los bordes, en los orificios producidos por los proyectiles, son muy evidentes en láminas metálicas, por lo que fácilmente si puede establecer cuáles son los orificios de entrada y cuáles los de salida.

CAPITULO IV

ASPECTO METODOLÓGICO

TIPO Y NIVEL DE ESTUDIO

La presente investigación tiene como objetivo determinar la relación entre el ángulo de impacto y el efecto balístico originado en placas de acero laminado, por lo tanto se trata de un estudio *relacional*, con un *enfoque cuantitativo*.

Según el tipo de investigación corresponde al tipo *observacional*, porque el investigador, en este caso no manipula ninguna de las variables, sino que solo se observan situaciones ya existentes, provocadas intencionalmente en la investigación Rossi, C. et.al. (2014). Según la toma de datos, corresponde al tipo *retrospectivo*, según la cantidad de veces en que se mide la variable es *transversal* y según el número de variables, corresponde a un estudio *analítico*, porque se analizan más de una variable, esto quiere decir que en el nivel relacional el estudio es bivariado porque el análisis estadístico implica estudiar simultáneamente dos variables a la vez, es decir que se analizara la variable de supervisión con cada una de las variables asociadas.

UNIDAD DE ESTUDIO

Cada ensayo de disparo, constituye una unidad de estudio. A continuación se describirán los materiales utilizados en cada ensayo de disparo:

Probetas (objeto de impacto-blanco): de 15cm de lado, de bajo contenido de carbono cuyas propiedades mecánicas corresponden a la norma IRAM-IAS-U-500-4, calibre 22 BWG (birmingham Wire Gauge), correspondientes escalarmente a 0,70mm de espesor, impactadas por disparos realizados con a) Arma de fuego, corta, de puño: revólver, calibre .357" Mg, Taurus, cañón de 4", y, b) Munición cartucho calibre .38 SPL, con bala de plomo desnudo redondeada de 158 grains (10, 24g); velocidad (según catalogo) 230 m/s. c) a 90° y 70°.

Dichas probetas, impactadas y atravesadas fueron provistos del trabajo de investigación realizado bajo el control académico del consejo de

Investigaciones de la Universidad del Aconcagua, con la dirección de Rossi (2014), inscripto bajo la temática “*Balística de Efectos: Estudio de los signos característicos de la trayectoria incidente con diferentes ángulos de impacto, sobre placas de acero laminado*”. De las mismas solo se extrajeron solo 62 unidades de estudio, disparadas con arma de fuego y proyectil, mencionados en el párrafo anterior, correspondientes a 31 disparos por ángulo, es decir que en este caso solo se analizaron 31 probetas impactadas a 70° y 31 probetas impactadas a 90°.

ETAPAS DE LOS ENSAYOS BALÍSTICOS

El material a examinar en la presente investigación se obtuvo de la investigación Rossi, C et. al. (2014) donde se realizaron las experiencias de disparo. A continuación se describirán las etapas de los mismos:

a. Realización de los disparos

Se realizaron dieciséis sesiones de treinta y un disparos cada una contra las probetas descritas en la unidad de análisis. Cada sesión corresponde a diferente ángulo de impacto, disparadas con pistola calibre 9mm y revolver calibre .357”, y proyectil ojival y tronco-cónico. En total se obtuvieron 496 unidades de análisis de los cuales se extrajeron solo sesenta y dos para el análisis de la presente investigación.

<i>Ángulos</i>	<i>Cantidad de disparos</i>
<i>90°</i>	<i>31</i>
<i>70°</i>	<i>31</i>
<i>TOTAL</i>	<i>62</i>

Cuadro n° 1: Cantidad de disparos realizados por ángulo de impacto con revolver y proyectil ojival.

b. Dispositivos y accesorios para la ejecución y control de los disparos.

Para la ejecución de cada disparo se utilizó un módulo que permitió cumplir con los siguientes estándares:

- Fijación de las armas a un soporte graduable en –altura y deriva- que permite normalizar las mismas condiciones para cada una de las series de disparos. Para garantizar la línea de tiro se utilizó un Colimador láser, acoplable al centro del cañón del arma.
- Nivelación y alineación de las miras horizontalmente, estableciéndose la normal entre estas y el plano vertical del punto apuntado (de arriba), de cada una de las láminas de control. Para garantizar y conocer, en los distintos soportes de control de trayectoria, los ejes horizontales y verticales del dispositivo, se utilizó un nivel láser autonivel en cruz, marca Skil, modelo 515.
- Disposición de las probetas con plano de abatamiento a 30°, 50°, 70° y 90°, según la serie de disparo.
- Control de las velocidades iniciales de los proyectiles, mediante la incorporación de un cronógrafo, marca “Chrony”, modelo “F1”.
- Disposición fronto vertical de láminas milimetradas, de control:
 - Para establecer las trayectorias de incidencias.
 - Para establecer las trayectorias luego de que los proyectiles atraviesan las probetas.
- Existencia de un frenador balístico – de estopa – para la recuperación de los proyectiles.

Los disparos fueron efectuados, en un polígono de tiro, con el auxilio de un dispositivo que permitió la uniformidad de los disparos, de esta forma la trayectoria balística de cada disparo se mantuvo horizontal y perpendicular, en todos los sentidos, al plano vertical de arriba, el dispositivo a su vez permite ubicar las probetas en los distintos ángulos de inclinación (90°, 70°, 50° y 30°).

Las ilustraciones siguientes reseñan las distancias entre la boca de fuego y los distintos componentes de control de los disparos, como así también los ángulos de incidencia.

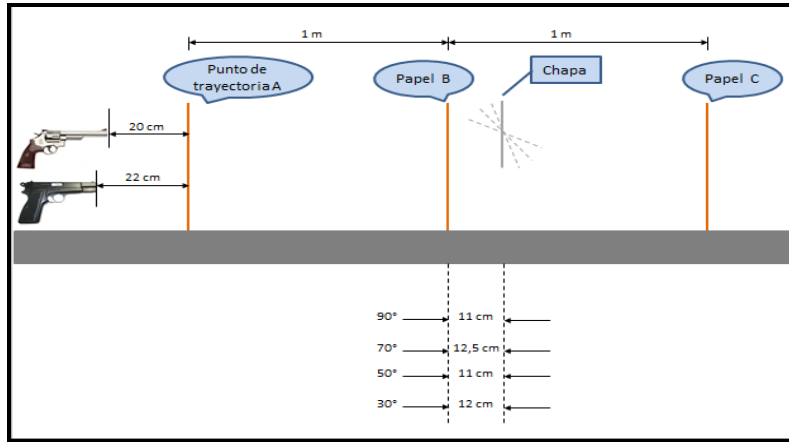


Imagen 1: Distancias entre los distintos componentes del dispositivo de disparo. Punto de trayectoria A, B y C – laminas milimetradas. Fuente: Rossi (2014)

Imagen 2: Esquema tridimensional del dispositivo del disparo. Fuente: Rossi (2014)

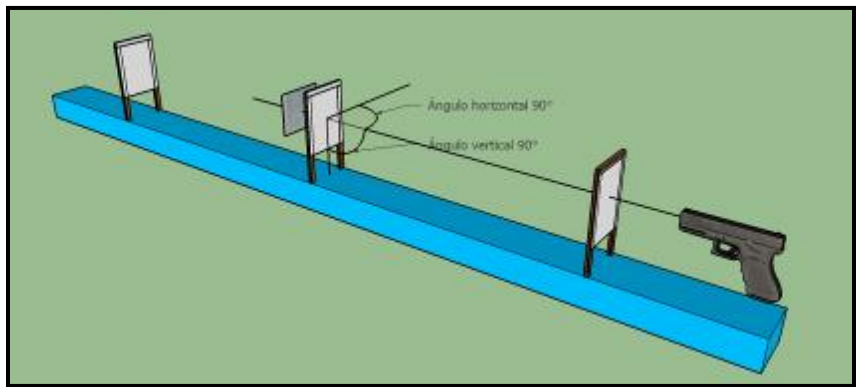


Imagen 3: imagen real del dispositivo de disparo

INSTRUMENTOS Y MATERIALES

a. Instrumentos de medición

- Calibre shock – proof. Rango 0- 150mm: se utilizó para la medición de las dimensiones transversales y longitudinales de cada uno de los orificios.

b. Materiales utilizados

- **Cámara fotográfica:** marca Nikon, réflex 3.200.
- **Lupa binocular estereoscópica:** Leica ec3 con cámara fotográfica.

c. Procesador de datos

- Programa Microsoft Excel 2010
- Programa estadístico SPSS.

VARIABLES DE ESTUDIO

A. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

<i>Variable de Supervisión</i>	<i>Instrumento de medición</i>	<i>Valor Final</i>	<i>Tipo se Variable</i>
Ángulo de Impacto	Mecanismo de fijación diseñado para el caso.	- 90° - 70°	Categórica, Ordinal
<i>Variables Asociadas</i>	<i>Instrumento de medición</i>	<i>Valor Final</i>	<i>Tipo de Variable</i>
1. Forma del Orificio	Observación	- 1. Circular - 2. Semioval	Categórica, Nominal, Dicotómica
2. Dimensión longitudinal	Calibre	- Mm	Numérica, escala de razón
3. Dimensión transversal	Calibre	- Mm	Numérica, escala de razón.
4. Cuello	Observación	- Si - No	Categórica, nominal, dicotómica
5. Fisuras del cuello	Observación	- Si - No	Categórica, nominal, dicotómica
6. Altura del cuello	Observación	- Uniforme - Regular	Categórica, nominal, dicotómica
7. Pérdida de tapón	Observación	- Si - No	Categórica, nominal, dicotómica

8. Pétalo	Observación	- Copa Adherida - Pestaña	Categórica, nominal, dicotómica
9. Zona de abrasión	Observación	- Completa - Incompleta	Categórica, nominal, dicotómica.

Cuadro n° 2: Operacionalización de variable

B. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES

I. VARIABLE DE SUPERVISIÓN

Ángulo de impacto: se define según las normas inglesas como el ángulo entre la línea de llegada del proyectil y la normal al plano del objetivo. Sus categorías son 90° y 70°.

II. VARIABLES ASOCIADAS

Efectos balísticos: conjunto de características y particularidades producidas por el proyectil, al impactar y/o perforar, el objetivo. Se analizarán de los mismos, las siguientes particularidades:

1. **Forma del orificio:** es la configuración que adquiere la perforación balística, observada desde el plano de incidencia, dispuesto en forma perpendicular al observador.

• **Circular:** se considera así cuando la configuración del orificio es análoga a una circunferencia. Ver imagen n° 1 y n° 2

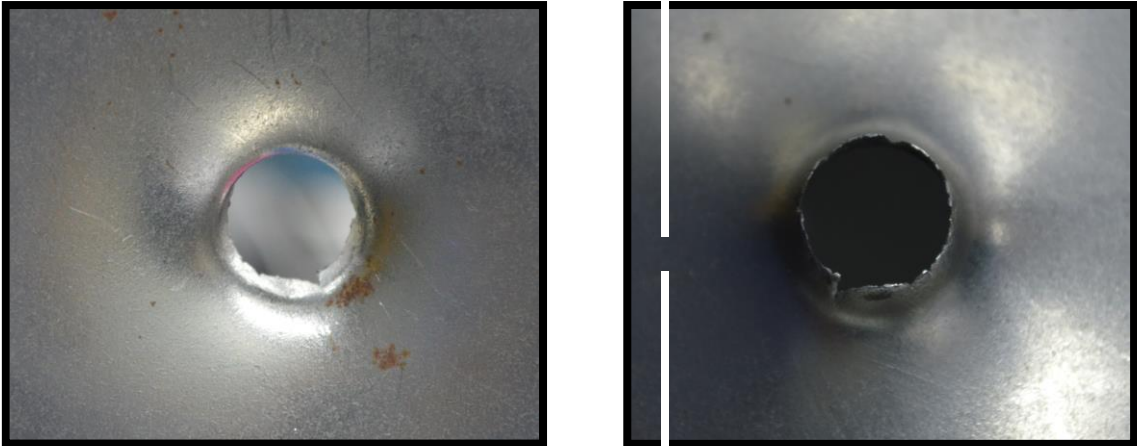


Imagen n° 1 (Izq. – Anverso) e Imagen n° 2 (Der. – Reverso) – Probeta con orificio de conformación circular.

- **Semioval:** configuración que adquiere la perforación, en donde uno de sus lados se presenta recto y su opuesto curvo, por su parte sus laterales acusan mayormente aspecto recto, pudiendo presentar ensanchamiento o estrechamiento hacia su lado recto. Ver imagen n° 3 y n° 4.

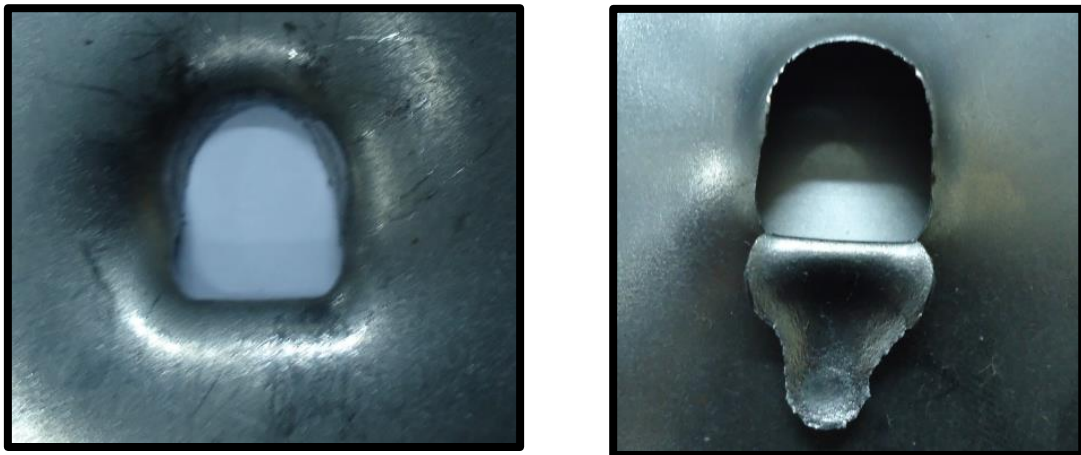


Imagen n° 3 (Izq. – Anverso) e Imagen n° 4 (Der. – Reverso) – Probeta con orificio de conformación semioval.

2. **Dimensión longitudinal del orificio:** Magnitud física que expresa la mayor dimensión lineal- vertical, del orificio
3. **Dimensión Transversal del orificio:** Magnitud física que expresa la mayor dimensión lineal- horizontal del orificio que corta en forma perpendicular a la longitud del orificio.

4. **Cuello:** deformación y/o proyección del material de forma análoga a un cuello, donde el contorno del mismo se encuentra dispuesto perpendicular, al plano posterior del blanco atravesado, ver imagen N° 5.

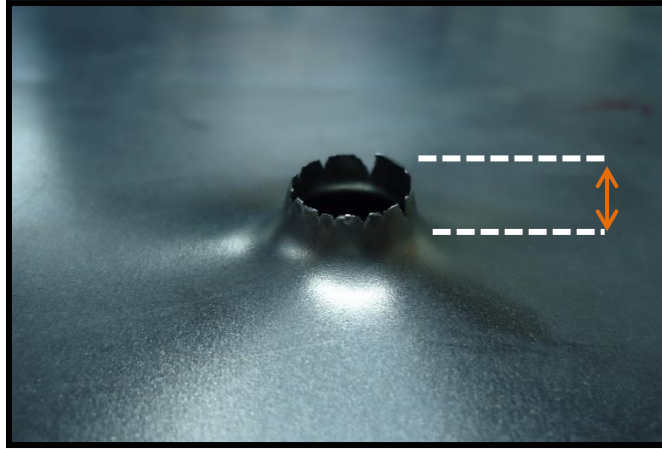
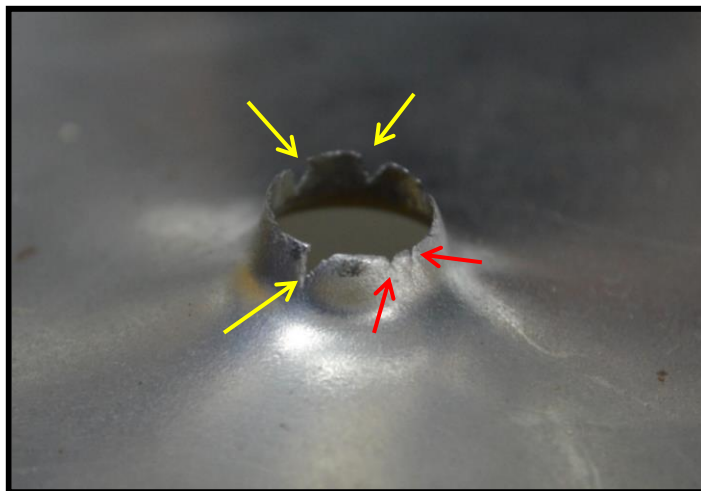


Imagen N°5 – Indicador del Cuello

5. **Fisuras del cuello:** cortes existentes en el cuello. Según la ubicación y la dimensión de los mismos se pueden observar de las siguientes formas:
- *Grietas de contorno:* aberturas en forma de “V”, presentes en las paredes del cuello. Ver imagen n° 6, señalado con flechas de color amarillo.
 - *Grietas de borde:* pequeñas aberturas presentes únicamente en el borde superior del cuello. Ver imagen n° 6, señalado con flechas de color rojo.



*Imagen n° 6:
fisuras del cuello*

6. **Altura del cuello:** proyección del material impactado en el plano posterior al impacto, limitada por el borde superior del mismo. Según la extensión el tamaño de la altura de esta elevación se categorizan en:
- Uniforme: es la proyección uniforme del contorno del cuello, a una misma altura.
 - Irregular: es la proyección desigual del contorno del cuello.

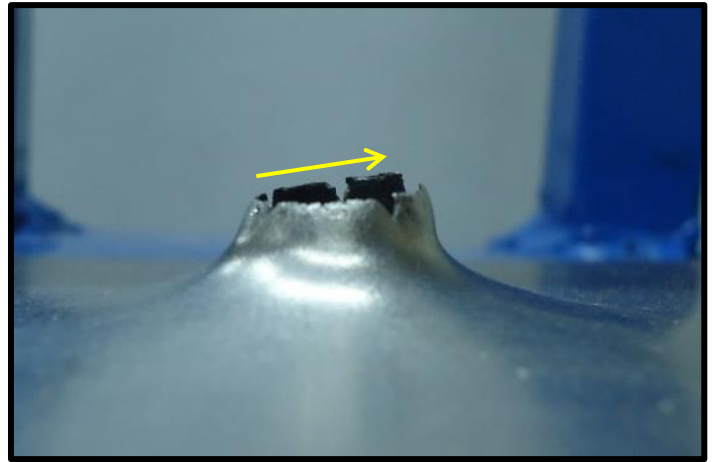
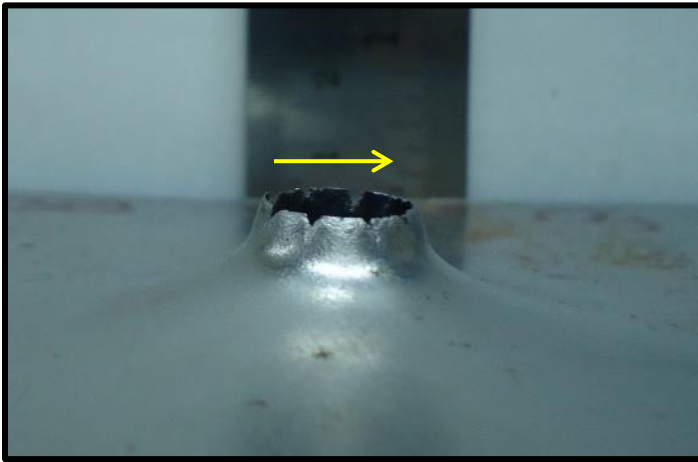


Imagen n° 7 (izquierda), borde regular – Imagen n° 8 (derecha) borde Irregular

7. **Pérdida de Tapón:** pérdida de material del blanco impactado, producido por el impacto del proyectil al vencer la resistencia del material. Sus categorías son:
- Con pérdida de tapón
 - Sin pérdida de tapón o Tapón Adherido



Imagen n° 9 (izquierda), orificio de impacto “Sin pérdida de tapón” – Imagen n° 10 (derecha), orificio de impacto con pérdida de tapó

8. **Pétalo:** proyección del material, en el plano posterior al impacto. Según su aspecto se puede apreciar en forma de:

- **Copa Adherida:** pétalo de forma análoga a una copa; compuesta por dos partes; el cuerpo de la copa representada por el pétalo (parte superior de la copa) y la base, representada por el tapón (parte inferior del pétalo)
- **Pestaña:** fracción del cuello, más prolongada y curva.

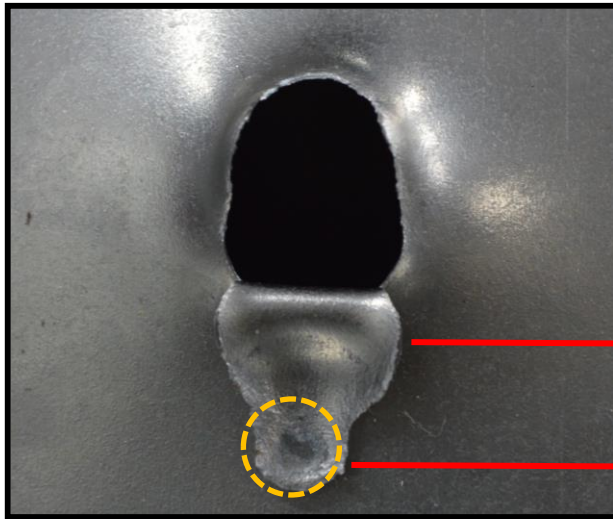


Imagen n° 11; copa adherida



Imagen n° 12: Pestaña

9- **Zona de Abrasión:** halo o aro abrasivo, producido por el proceso de perforación del proyectil en la chapa, producto de la fricción entre las dos superficies (proyectil-chapa). Sus categorías son:

- **Completa:** halo o aro abrasivo completo, ubicado alrededor del borde invertido.
- **Incompleta:** porción o parte del aro abrasivo, ubicado en la parte superior del orificio. La parte faltante del aro se ubica en la parte inferior del orificio, producto del impacto oblicuo que va venciendo la resistencia del material en sentido descendente.

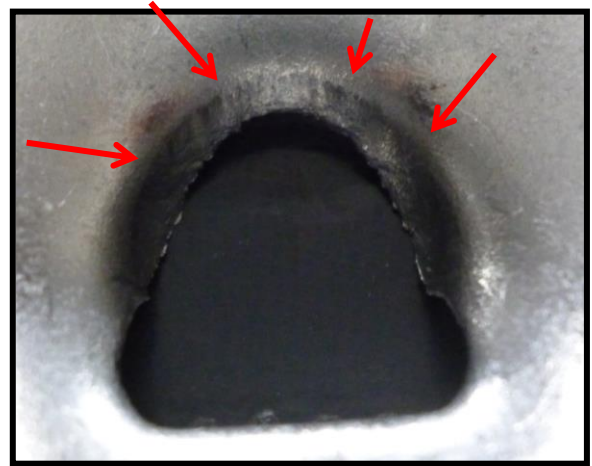
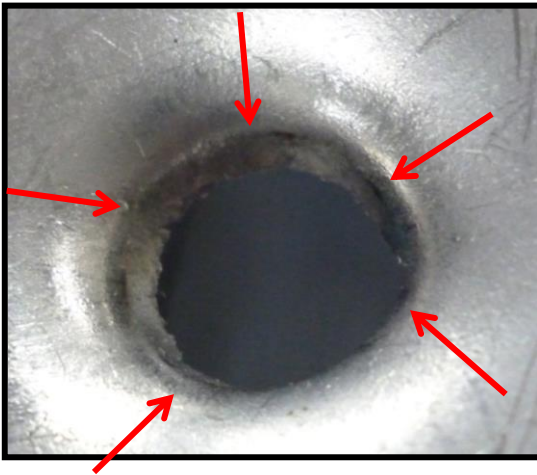


Imagen n° 13 (izquierda) zona de abrasión "completa" – Imagen n° 14 (derecha), zona de abrasión "incompleta".

CAPITULO V

RESULTADOS

El propósito de estudio de la presente investigación fue, determinar si disparos realizados sobre placas de acero de bajo contenido de carbono, con revolver .357, proyectil ojival en ángulos de 90° y 70°, producen características distintivas en el orificio de impacto que permitan identificarlos.

Para llevar a cabo la investigación se analizaron los orificios de impacto de 62 probetas, con el fin de *“relacionar el ángulo de impacto y el efecto balístico en disparos realizados con revólver y proyectil ojival calibre .38 a 90° y 70° sobre placas de acero laminado”*.

Unidades de Estudio

<i>Ángulo de Impacto</i>	<i>Cantidad de Ensayos</i>
<i>90°</i>	31
<i>70°</i>	31
TOTAL	62

Cuadro n° 3: “Unidades de estudio”

1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO DE LAS VARIABLES ANALÍTICAS

1.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVOS DE LOS DISPAROS REALIZADOS A 90°

El presente análisis descriptivo es de carácter univariado, por lo que se analizaran cada una de las variables asociadas individualmente, para posteriormente relacionar cada una de estas con la variable de supervisión ángulo de impacto.

1. FORMA DEL ORIFICIO

Forma del orificio	Frecuencias	Porcentajes
Circular	31	100%
Semioval	0	0%
TOTAL	31	100%

Tabla n° 1: tabla de frecuencias. Forma del orificio en disparos producidos a 90°.

Como puede observarse en la tabla de frecuencias, del total de los disparos producidos a 90°, los 31 orificios presentan conformación circular, lo que representa el 100% de los mismos.

2. DIMENSIÓN LONGITUDINAL

Datos sin Ordenar

N° de Disparo	Dimensión longitudinal
1	10,35
2	10
3	11,8
4	10,9
5	10,93
6	11,25
7	10,98
8	11,22
9	11,05
10	11,05
11	10,56
12	10,95
13	10,96
14	11,2
15	10,8
16	11,25
17	10,76
18	11,66
19	11,08
20	10,69
21	10,95
22	11,08
23	10,97
24	10,94

Datos Ordenados

N° de disparo	Dimensión longitudinal
2	10
1	10,35
25	10,42
11	10,56
20	10,69
17	10,76
15	10,8
4	10,9
5	10,93
29	10,93
31	10,93
24	10,94
12	10,95
21	10,95
13	10,96
23	10,97
7	10,98
26	11
27	11
30	11,04
9	11,05
10	11,05
19	11,08
22	11,08

25	10,42
26	11
27	11
28	11,11
29	10,93
30	11,04
31	10,93
Promedio	10,96

28	11,11
14	11,2
8	11,22
6	11,25
16	11,25
18	11,66
3	11,8
Promedio	10,96

Cuadro n° 2 (datos sin ordenar) y cuadro n° 3 (datos ordenados) dimensión longitudinal de los efectos balísticos producidos a 90°.

Medidas de Tendencia Central

Estadísticos Descriptivos	Dimensión Longitudinal
Media	10,96mm
Mediana	10,97mm
Moda	10,93mm
Mínimo	10mm
Máximo	11,80mm

Tabla n° 2: Medidas de tendencia central obtenidas de la dimensión longitudinal de orificios producidos por disparos a 90°.

Como se puede observar en la tabla el promedio de las longitudes de los orificios corresponde a 10,96mm. Mientras que la mediana es de 10,97mm, es decir que la miden más de 10,97mm y la otra mitad menos de 10,97mm. Con respecto al valor que más se repite es 10,93mm. El rango entre el valor máximo y mínimo corresponde a 1,5mm.

Medidas de Dispersión

Estadísticos Descriptivos	Dimensión Longitudinal
Desviación estándar	0,33
Varianza	0,11
Error Típico	0,06

Tabla n° 3: Medidas de Dispersión obtenidas de la dimensión longitudinal de orificios producidos por disparos a 90°.

Se observó que la dimensión longitudinal del efecto balístico u orificio producidos a 90°, se desvió un 3% respecto del promedio; el error típico de la media es de 0,06 y la varianza corresponde a 0,11.

3. DIMENSIÓN TRANSVERSAL

Datos sin ordenar

N° de disparo	Dimensión transversal
1	10,85
2	10,85
3	10,06
4	10,97
5	11,24
6	11,03
7	10,8
8	11,06
9	10,58
10	10,93
11	10,72
12	10,94
13	10,88
14	11,33
15	11,11
16	10,93
17	10,66
18	11,01
19	11,03
20	10,81
21	10,83
22	10,95
23	10,85
24	10,9
25	10,78
26	10,48
27	10,82
28	11,05
29	10,6
30	10,77
31	11,03

Datos ordenados

N° de disparo	Dimensión transversal
3	10,06
26	10,48
9	10,58
29	10,6
17	10,66
11	10,72
30	10,77
25	10,78
7	10,8
20	10,81
27	10,82
21	10,83
1	10,85
2	10,85
23	10,85
13	10,88
24	10,9
10	10,93
16	10,93
12	10,94
22	10,95
4	10,97
18	11,01
6	11,03
19	11,03
31	11,03
28	11,05
8	11,06
15	11,11
5	11,24
14	11,33

Promedio	10,87mm	Promedio	10,87mm
----------	---------	----------	---------

Cuadro n° 4 (datos sin ordenar) y cuadro n° 5 (datos ordenados) dimensión transversal de los efectos balísticos producidos a 90°.

Medidas de Tendencia Central

Estadísticos Descriptivos	Dimensión Transversal
Media	10,87mm
Mediana	10,88mm
Moda	10,85mm*
Mínimo	10,06mm
Máximo	11,33mm

*Existe más de una moda, se muestra el de menor valor.

Tabla n° 4: Medidas de tendencia central obtenidas de la dimensión transversal de orificios producidos por disparos a 90°.

Se observa que el promedio de la dimensión transversal de los orificios corresponde a 10,87mm. Mientras que la mediana es de 10,88mm, es decir que la mitad del total de las muestras de los impactos generados a 90° miden más de 10,97mm y la otra mitad menos de 10,97mm. Con respecto al valor que más se repite es 10,85mm. El rango entre el valor máximo y mínimo corresponde a 1,27mm.

Medidas de Dispersión

Estadísticos Descriptivos	Dimensión transversal
Desviación estándar	0,23
Varianza	0,05
Error Típico	0,04

Tabla n° 5: Medidas de dispersión obtenidos de las dimensiones transversales de orificios producidos por disparos a 90°.

Se observó que la dimensión transversal de los orificios, producidos por impactos a 90° se desvió 2,11% un respecto de la media. El error típico de la media es de 0,04, mientras que el resultado de la varianza es de 0,05.

4. CUELLO

Cuello	Frecuencias	Porcentajes
Si	31	100%
No	0	0%
TOTAL	31	100%

Tabla n° 6: tabla de frecuencias. Presencia de cuello en disparos producidos a 90°.

De un total de 31 disparos realizados sobre placas metálicas a 90°, 31 presentan proyección del material en forma análoga a un cuello, los cuales representan el 100% del total de los ensayos de disparo realizados a ese ángulo.

5. FISURAS DEL CUELLO

Fisuras del cuello	Frecuencias	Porcentajes
Si	31	100%
No	0	0%
TOTAL	31	100%

Tabla n° 7: tabla de frecuencias. Impactos producidos a 90°. Variable Pérdida de Tapón.

De un total de 31 disparos realizados a 90°, se observa que los 31 presentan fisura al redor del cuello, tanto grietas de borde, como grietas de contorno, es decir, ambas particularidades en el mismo cuello; representando de esta manera al 100% del total de los ensayos realizados al ángulo mencionado.

6. ALTURA DEL CUELLO

Altura del cuello	Frecuencias	Porcentajes
Uniforme	1	3%
Irregular	31	97%
TOTAL	31	100%

Tabla n° 8: tabla de frecuencias. Impactos producidos a 90°. Variable "Altura del cuello".

Como se puede observar en la tabla, del total de los disparos efectuados a 90° solo uno de ellos presenta una altura del cuello de conformación uniforme, lo cual representa el 3%; mientras que el resto presenta una altura irregular, representando estas al 97%.

7. PÉRDIDA DE TAPÓN

Pérdida de tapón	Frecuencias	Porcentajes
Si	30	97%
No	1	3%
TOTAL	31	100%

Tabla n° 9: tabla de frecuencias. Impactos producidos a 90°. Variable "Pérdida de tapón".

Del total de los disparos realizados a 90°, se observó en 30 de ellos pérdida de tapón, lo cual representa el 97%, mientras que solo una de ellas, es decir el 3% presenta el tapón adherido. Ver imagen n° 9.

8. PÉTALO

Pétalo	Frecuencias	Porcentajes
Copa Adherida	0	0%
Pestaña	0	0%
TOTAL	0	0%

Tabla n° 10: tabla de frecuencias. Impactos producidos a 90°. Variable "Pétalo".

Del total de los disparos realizados a 90°, se observó que de los 31 disparos, ninguna de las probetas registra ningún tipo de pétalo, lo cual representa el 0% de presencia de pétalo.

9. ZONA DE ABRASIÓN

Zona de abrasión	Frecuencias	Porcentajes
Completa	31	100%
Incompleta	0	0%
TOTAL	31	100%

Tabla n° 11: tabla de frecuencias. Impactos generados a 90°. Variable "Zona de Abrasión".

Del total de los disparos realizados a 90°, se observó que las 31 probetas presentan zona de abrasión completa, lo cual representa el 100% de las mismas.

1.2. ANÁLISIS DESCRIPTIVOS DE LOS DISPAROS REALIZADOS A 70°

1. FORMA DEL ORIFICIO

Forma del orificio	Frecuencias	Porcentajes
Circular	0	0%
Semioval	31	100%
TOTAL	31	100%

Tabla n° 12: tabla de frecuencias. Impactos generados a 70°. Variable "Forma del Orificio".

Del total de los impactos generados a 70°, se observó que los 31 orificios presentan conformación semioval, los cuales representa el 100% de los ensayos de disparos realizados a 70°.

2. DIMENSIÓN LONGITUDINAL DEL ORIFICIO

Datos sin ordenar

N° de Disparo	Dimensión Longitudinal
1	15
2	14,8
3	13
4	14,68
5	15,12
6	14,88
7	15
8	14,9
9	13,74
10	15
11	13,62
12	14,56
13	14,4
14	14,78
15	15
16	13,4
17	14,22
18	14,38
19	14,16

Datos ordenados

N° de disparo	Dimensión Longitudinal
3	13
16	13,4
29	13,5
11	13,62
9	13,74
19	14,16
26	14,18
17	14,22
18	14,38
13	14,4
27	14,4
24	14,42
12	14,56
30	14,58
4	14,68
14	14,78
2	14,8
22	14,8
23	14,8

20	15,28
21	15,02
22	14,8
23	14,8
24	14,42
25	15
26	14,18
27	14,4
28	15,12
29	13,5
30	14,58
31	15,18
Promedio	14,55mm

6	14,88
8	14,9
1	15
7	15
10	15
15	15
25	15
21	15,02
5	15,12
28	15,12
31	15,18
20	15,28
Promedio	14,55mm

Cuadro n° 6 (datos sin ordenar) y cuadro n° 7 (datos ordenados) dimensión longitudinal de los efectos balísticos producidos a 70°.

Medidas de tendencia central

Estadísticos Descriptivos	Dimensión Longitudinal
Media	14,55mm
Mediana	14,78mm
Moda	15mm
Mínimo	13mm
Máximo	15,28mm

Tabla n° 13: Medidas de tendencia central obtenidas de la dimensión longitudinal de orificios producidos por disparos a 70°.

El promedio de las dimensiones longitudinales de los orificios producidos a 70° es de 14,55mm. Con respecto a la mediana, esta corresponde a 14,78mm, lo que quiere decir que el 50% del total de los ensayos de disparos producidos a 70° presenta sus longitudes por arriba de 14,78mm, mientras que la otra mitad mide sus longitudes por debajo de este valor. El valor que más se repite es 15mm. el rango correspondiente entre al valor máximo y mínimo es de 2,28mm.

Medidas de Dispersión

Estadísticos Descriptivos	Dimensión Longitudinal
Desviación Estándar	0,58
Varianza	0,34
Error Típico	0,10

Tabla n° 14: Medidas de Dispersión obtenidas de la dimensión longitudinal de orificios producidos por disparos a 70°.

Se observó que la dimensión longitudinal de los orificios producidos por disparos con un ángulo de impacto de 70° se desvió un 3,98%. El error típico de la media es de 0,10. La varianza corresponde a 0,34.

3. DIMENSIÓN TRANSVERSAL DEL ORIFICIO

Datos sin ordenar

N° de Disparo	Dimensión Transversal
1	12,38
2	12
3	12,6
4	12,5
5	12,2
6	12,8
7	12,82
8	12,9
9	12,36
10	12
11	12,68
12	12,54
13	12,1
14	12,4
15	12
16	13
17	12,3
18	12,12
19	12,86
20	12,3
21	12,1
22	12,7

Datos ordenados

N° de disparo	Dimensión Transversal
31	11,42
30	11,56
2	12
10	12
15	12
25	12,08
13	12,1
21	12,1
18	12,12
5	12,2
23	12,28
17	12,3
20	12,3
29	12,34
9	12,36
1	12,38
14	12,4
27	12,46
28	12,48
4	12,5
12	12,54
3	12,6

23	12,28
24	13,24
25	12,08
26	12,68
27	12,46
28	12,48
29	12,34
30	11,56
31	11,42
Promedio	12,39

11	12,68
26	12,68
22	12,7
6	12,8
7	12,82
19	12,86
8	12,9
16	13
24	13,24
Promedio	12,39

Cuadro n° 8 (datos sin ordenar) y cuadro n° 9 (datos ordenados) dimensión transversal de los efectos balísticos producidos a 70°.

Medidas de tendencia central

Estadísticos Descriptivos	Dimensión Transversal
Media	12,39mm
Mediana	12,38mm
Moda	12mm
Mínimo	11,42mm
Máximo	13,24mm

Tabla n° 15: Medidas de tendencia central obtenidas de la dimensión transversal de orificios producidos por disparos a 70°.

Se observa que el promedio de la dimensión transversal de los orificios corresponde a 12,39mm. Mientras que la mediana es de 12,38mm, es decir que la mitad del total de las muestras de los impactos generados a 70° miden más de 12,38mm y la otra mitad menos de 12,38mm. Con respecto al valor que más se repite es 12mm. El rango entre el valor máximo y mínimo corresponde a 1,82mm.

Medidas de Dispersión

Estadísticos Descriptivos	Dimensión Transversal
Desviación Estándar	0,40
Varianza	0,16
Error Típico	0,07

Tabla n° 16: Medidas de Dispersión obtenidas de la dimensión transversal de orificios producidos por disparos a 70°.

Se observó que la dimensión transversal de los orificios producidos por disparos a 70° se desvió un 3,2% respecto de su promedio. El error típico es de 0,07 y la varianza corresponde a 0,16.

4. CUELLO

Cuello	Frecuencias	Porcentajes
Si	0	0%
No	0	0%
TOTAL	0	0%

Tabla n° 17: tabla de frecuencias. Impactos generados a 70°. Variable "Cuello".

Se observó, en la totalidad de los orificios producidos por impactos generados a 70°, ausencia de este tipo de característica.

5. FISURAS DEL CUELLO

Fisuras del Cuello	Frecuencias	Porcentajes
Si	0	0%
No	0	0%
TOTAL	0	0%

Tabla n° 18: tabla de frecuencias. Impactos generados a 70°. Variable "Fisuras del Cuello".

No se puede analizar esta variable, ya que los orificios producidos con un ángulo de impacto de 70°, no presentan cuello.

6. ALTURA DEL CUELLO

Altura del Cuello	Frecuencias	Porcentajes
Uniforme	0	0%
Irregular	0	0%
TOTAL	0	0%

Tabla n° 19: tabla de frecuencias. Impactos generados a 70°. Variable "Altura del Cuello".

No se puede analizar esta variable, ya los orificios producidos con ángulo de impacto de 70°, no presentan cuello.

7. PÉRDIDA DE TAPÓN

Pérdida de Tapón	Frecuencias	Porcentajes
Si	2	6%
No	29	94%
TOTAL	31	100%

Tabla n° 20: tabla de frecuencias. Impactos generados a 70°. Variable "Pérdida de Tapón".

De un total de 31 probetas impactadas con un ángulo de 70°, 29 no presentan pérdida de tapón, lo que representa el 94% del total; mientras el resto presentan pérdida de tapón, es decir el 6% del total.

8. PÉTALO

Pétalo	Frecuencias	Porcentajes
Copa Adherida	28	90%
Pestaña	3	10%
TOTAL	0	0%

Tabla n° 21: tabla de frecuencias. Impactos generados a 70°. Variable "Pétalo".

Del total de los 31 disparos realizados con un ángulo de impacto de 70°, se registran 28 orificios con presencia de pétalo de forma análoga a una copa adherida, lo que representa el 90%.

9. ZONA DE ABRASIÓN

Zona de Abrasión	Frecuencias	Porcentajes
Completa	0	0%
Incompleta	31	100%
TOTAL	31	100%

Tabla n° 22: tabla de frecuencias. Impactos generados a 70°. Variable "Zona de Abrasión".

Del total de los 31 disparos realizados con un ángulo de impacto de 70°, se observó que los 31 orificios presentan zona de abrasión incompleta, lo que representa el 100% de los mismos.

1.3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DISPAROS REALIZADOS A 90° Y 70°

1. FORMA DEL ORIFICIO

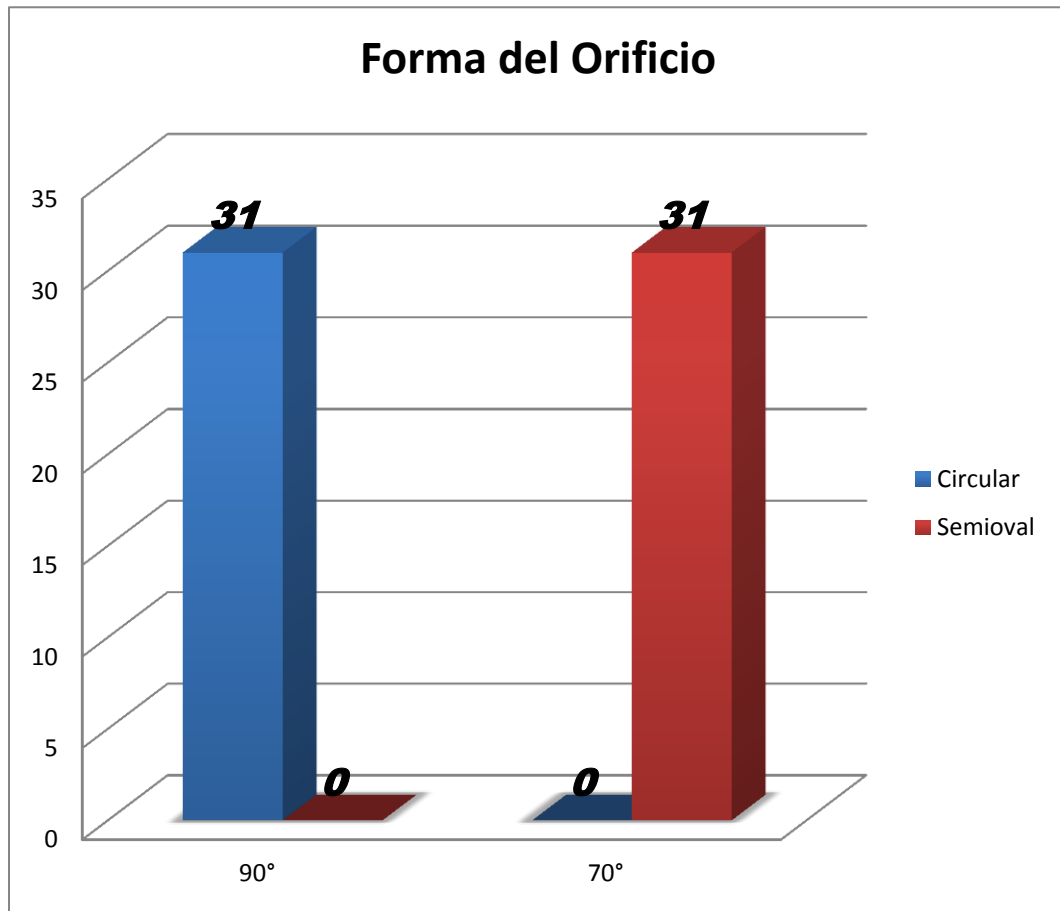


Gráfico n° 1: Análisis Comparativo de la Forma del Orificio en disparos efectuados a 90° y 70°.

De los 31 impactos realizados sobre las probetas a 90°, se observa que el 100% de las probetas, adquieren una configuración de forma circular, mientras que los orificios producidos por impactos a 70°, adquieren, todos, una conformación semioval.

2. DIMENSIÓN LONGITUDINAL

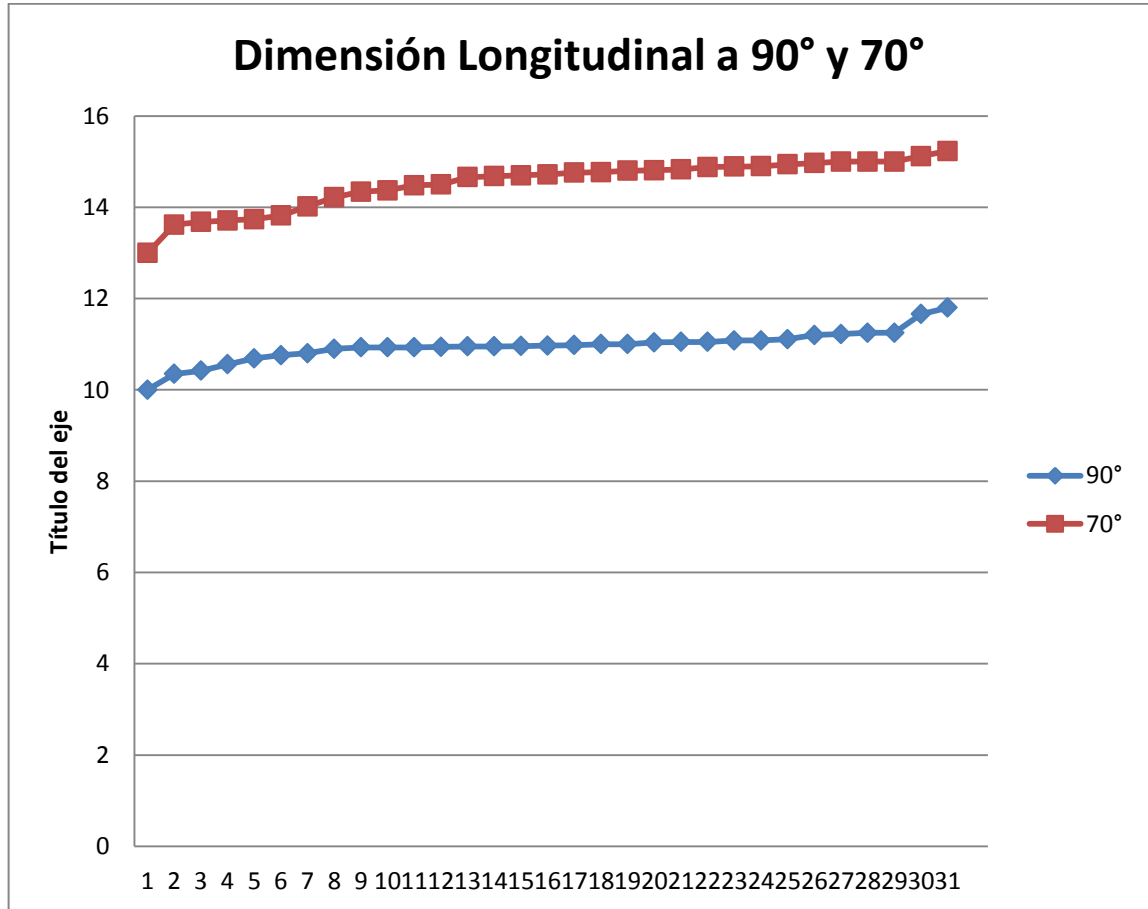


Gráfico n° 2: Análisis Comparativo de la Dimensión Longitudinal en disparos efectuados a 90° y 70°.

Con respecto a la dimensión longitudinal, como se puede observar en el gráfico, para ángulos de 90° sus valores oscilan entre 11,8mm y 10mm, mientras que para ángulos de impacto de 70°, sus valores son superiores oscilando entre 15,28mm y 13mm.

3. DIMENSIÓN TRANSVERSAL

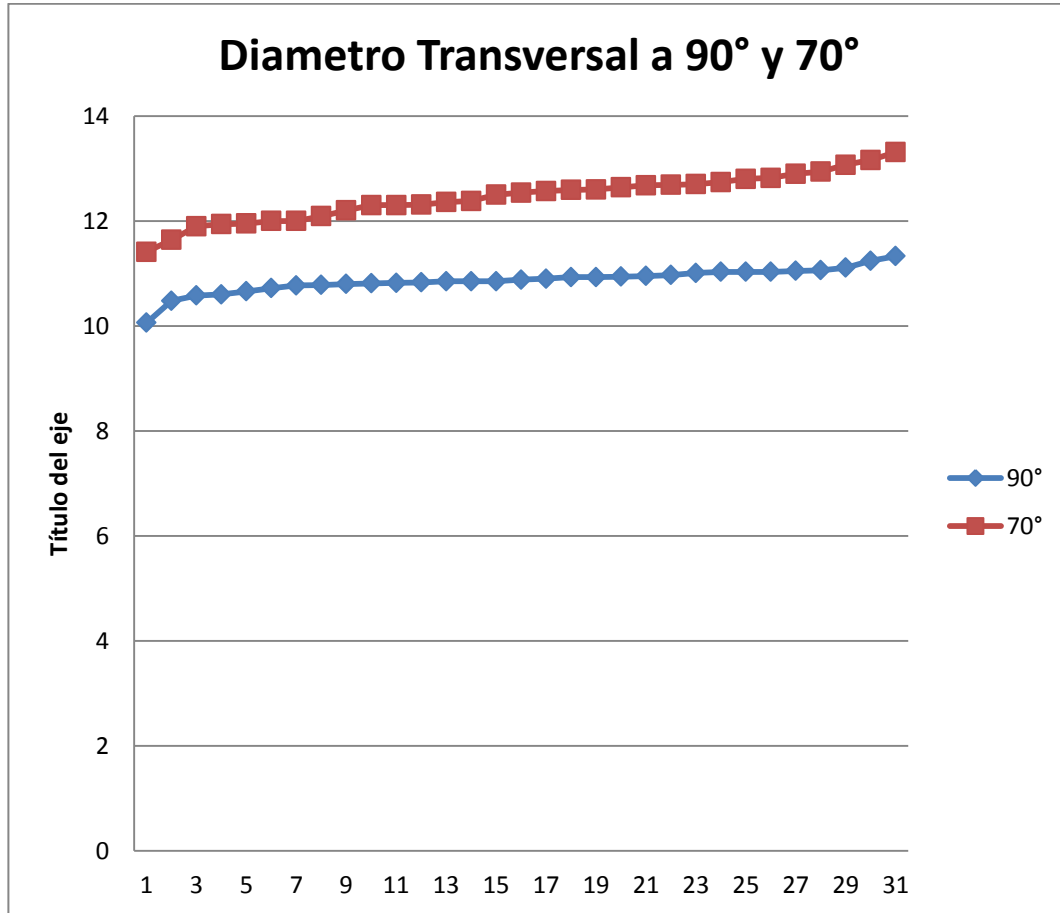


Gráfico n° 3: Análisis Comparativo de la Dimensión Transversal en disparos efectuados a 90° y 70°.

Como muestra el grafico precedente, las dimensiones transversales de los orificios producidos por disparos a 90° varían su dimensión entre 11,33mm y 10,06mm y para ángulos de 70° entre 13,24mm y 11,42mm.

4. CUELLO

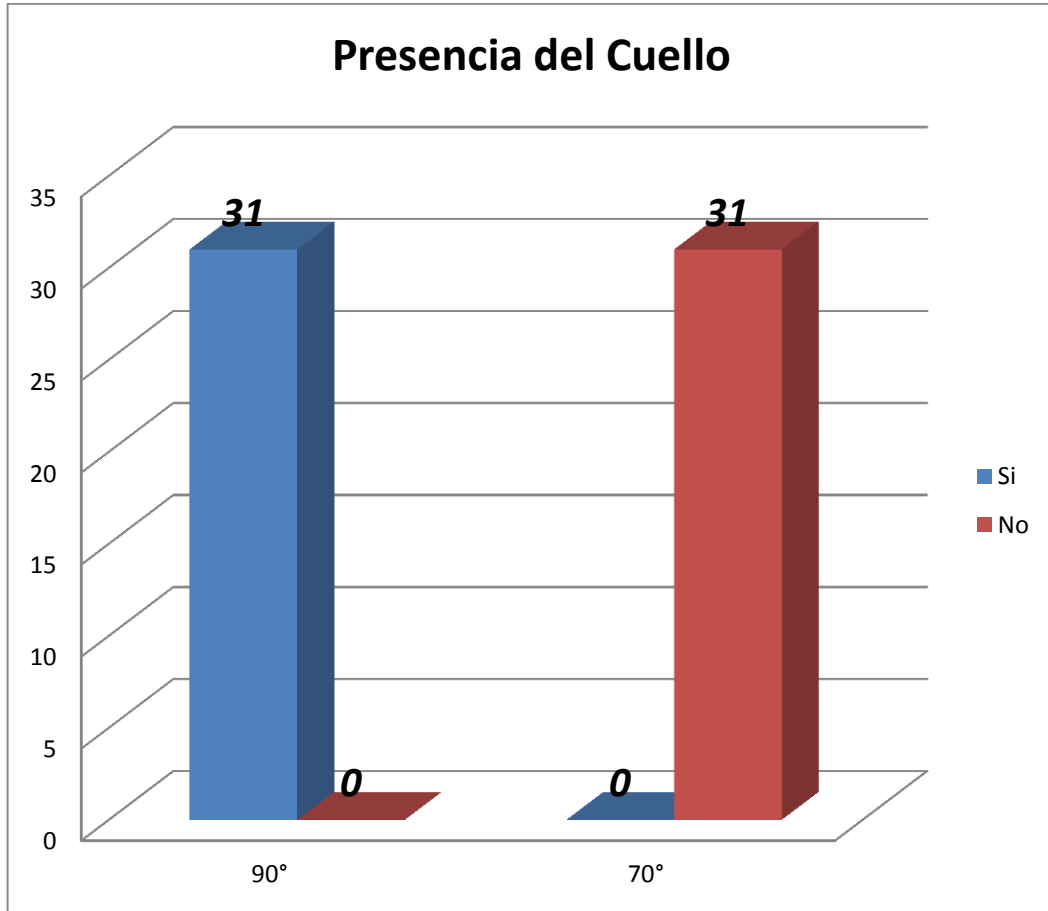


Gráfico n° 4: Análisis Comparativo de la variable "Cuello" en disparos efectuados a 90° y 70°.

En cuanto la variable cuello, en ángulos de impacto de 90° se observó que todas presentan este tipo de característica. Por el contrario, para ángulos de disparo de 70°, ninguna presenta este tipo de particularidad.

5. FISURAS DEL CUELLO

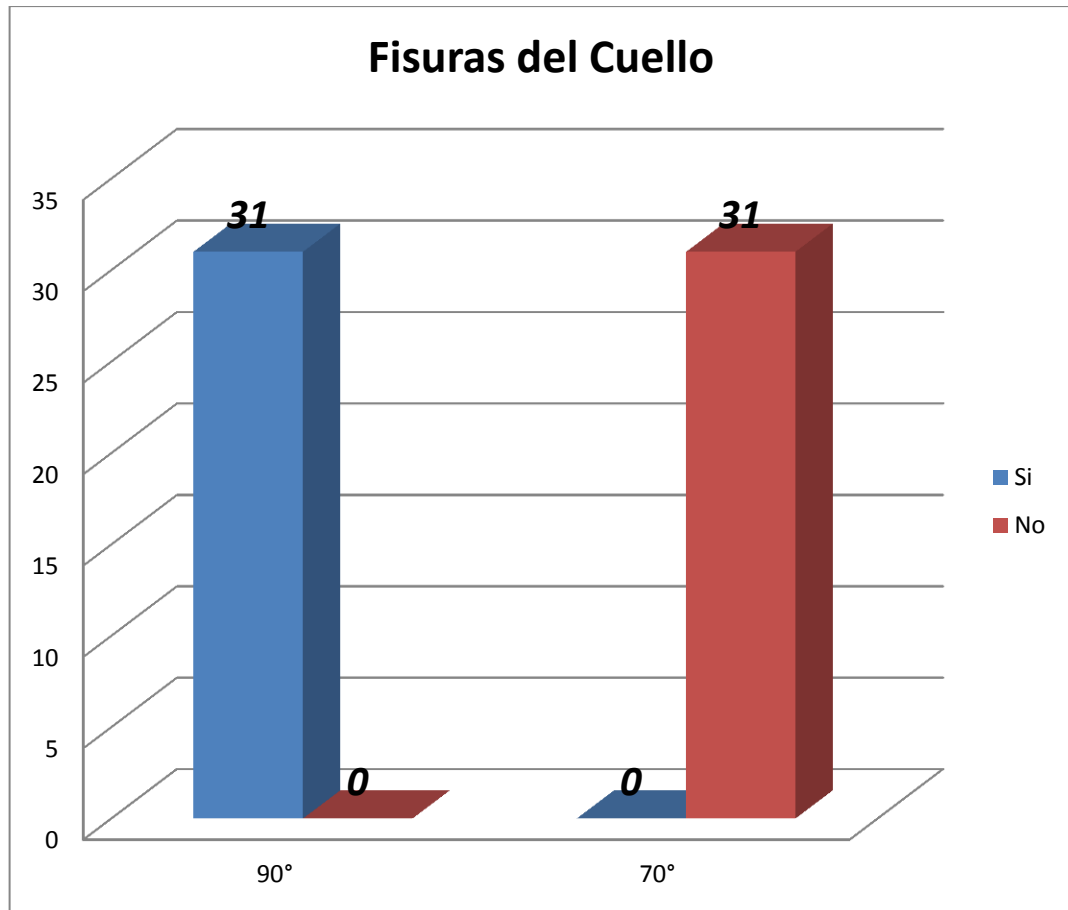


Gráfico n° 5: Análisis Comparativo de la variable "Fisuras del cuello" en disparos efectuados a 90° y 70°.

De un total de 31 ensayos de disparos realizados a 90°, se comprueba que los 31 presentan fisuras en el cuello. Mientras en los ensayos de disparos realizados a 70°, no es posible la comparación de la presente variable, ya que las categorías de la misma no son aplicables a este tipo de ángulo, por no presentar cuello.

6. ALTURA DEL CUELLO

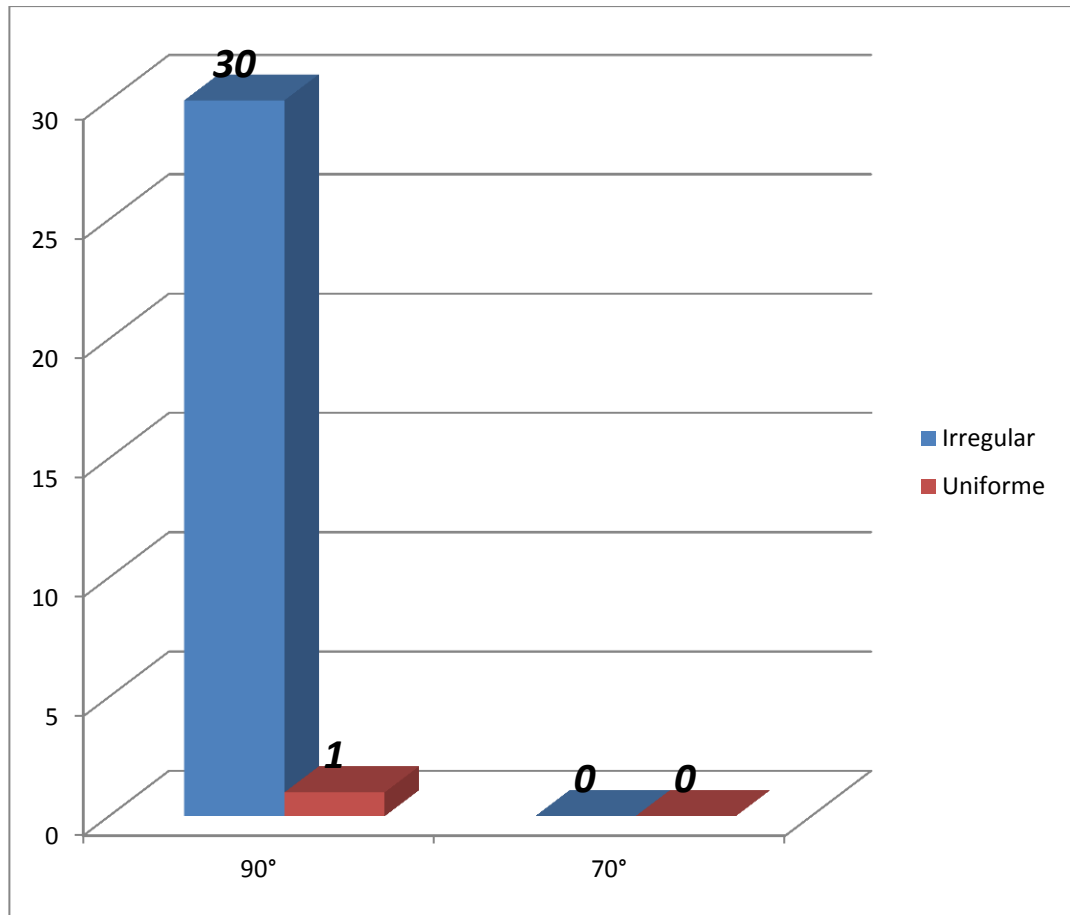


Gráfico n° 6: Análisis Comparativo de la variable "Altura del Cuello" en disparos efectuados a 90° y 70°.

De un total de 31 ensayos de disparos realizados a 90°, 30 presentan altura irregular del cuello y solo 1 presenta altura uniforme. Mientras que para el ángulo de impacto de 70° no es posible la comparación de la presente variable, ya que las categorías de la misma no son aplicables a este tipo de ángulo, por no presentar cuello.

7. PÉRDIDA DE TAPÓN

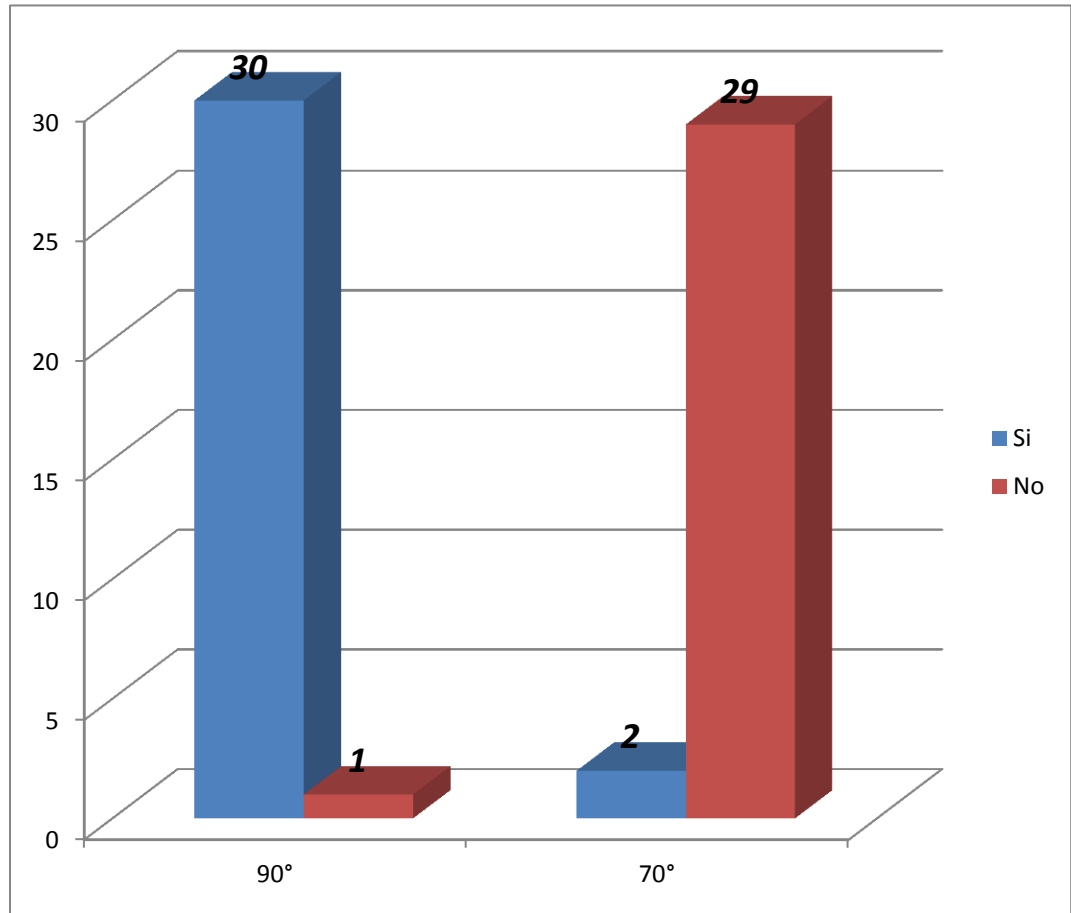


Gráfico n° 7: Análisis Comparativo de la variable "Pérdida de Tapón" en disparos efectuados a 90° y 70°.

Como se puede observar, en 30 efectos balísticos generados por disparos a 90°, se aprecia pérdida de tapón. Por el contrario en ángulos de impacto de 70°, no se observa pérdida de tapón, sino que el mismo se encuentra ubicado en la parte inferior del pétalo (ver imagen n° 11 del capítulo IV), existen solo dos efectos balísticos, en cual se observa la ausencia del mismo.

8. PÉTALO

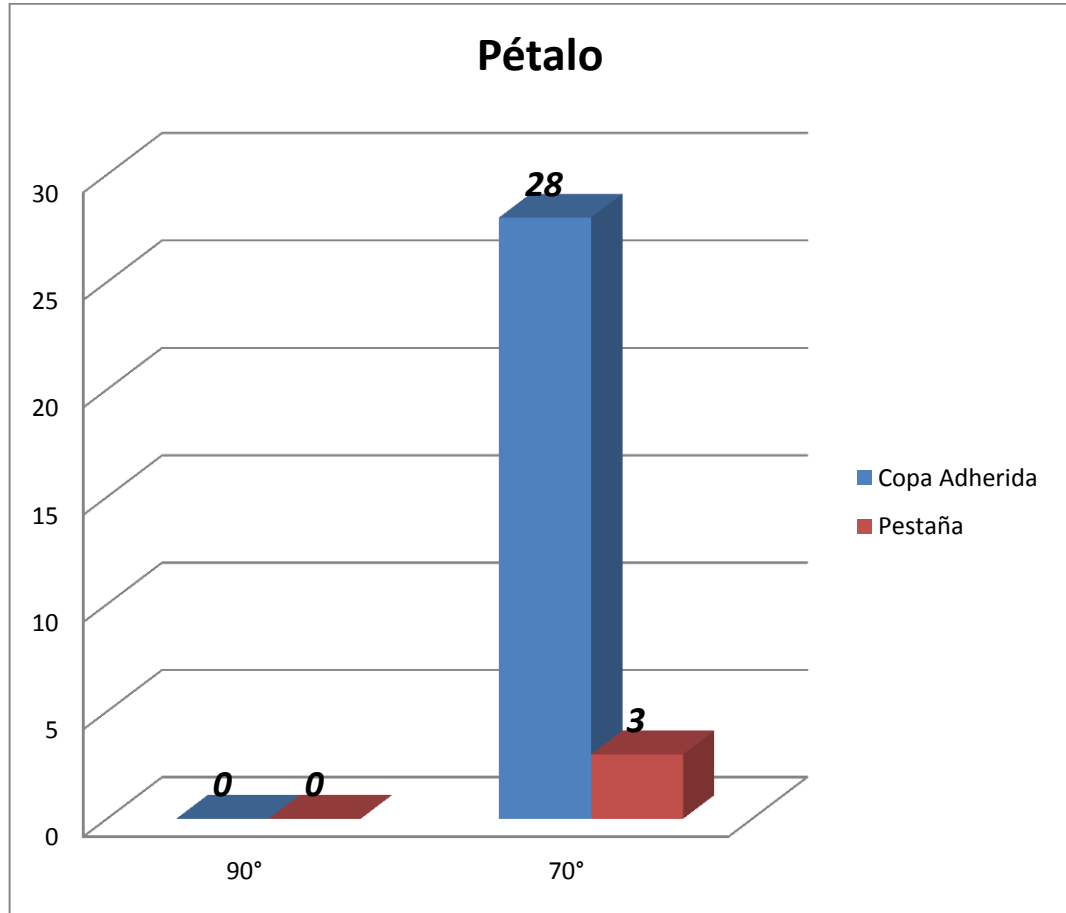


Gráfico n° 8: Análisis Comparativo de la variable "Pétalo" en disparos efectuados a 90° y 70°.

Como se puede observar en el gráfico, los efectos balísticos producidos a 90°, no presentan ninguna de las categorías de la variable pétalo, mientras que los producidos a 70°, la mayoría presenta pétalo en forma de copa adherida, y el resto en forma de pestaña.

9 – ZONA DE ABRASIÓN

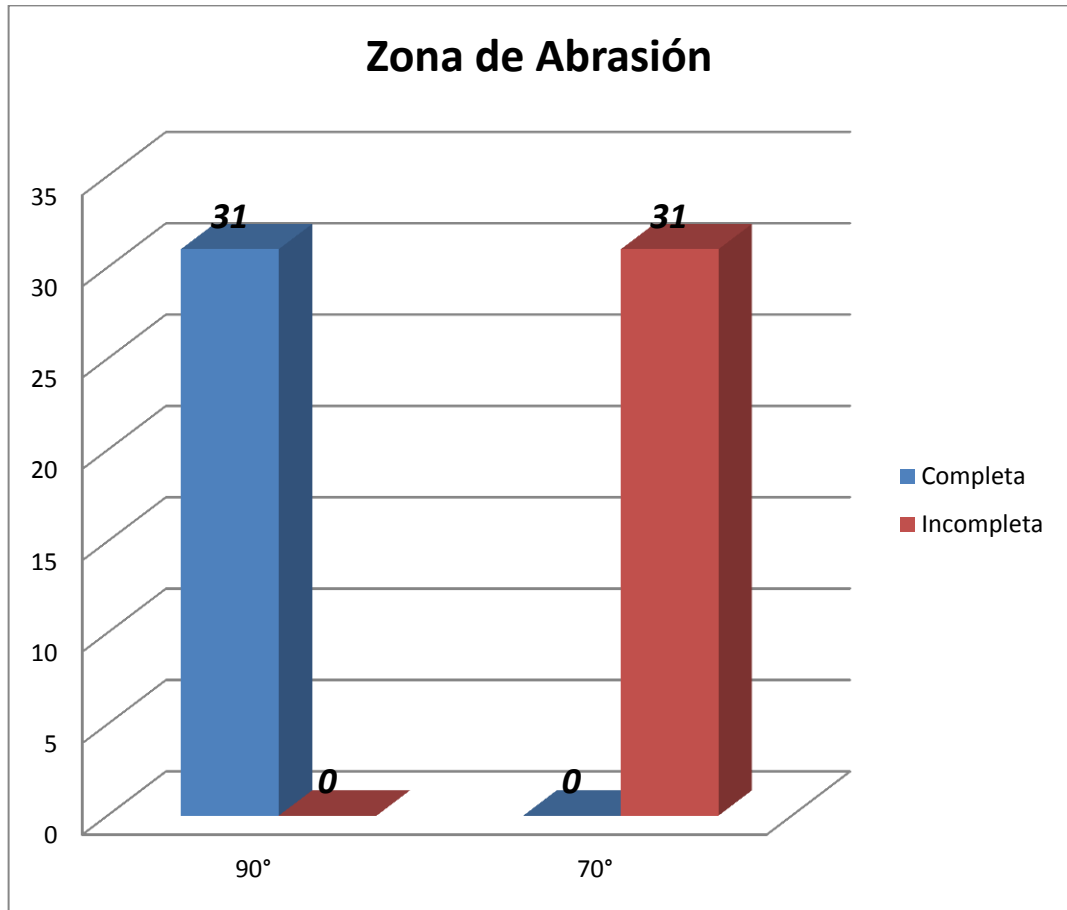


Gráfico n° 9: Análisis Comparativo de la variable "Perdida de Tapón" en disparos efectuados a 90° y 70°.

Se observa que la totalidad de los disparos efectuados a 90° presentan zona de abrasión completa, mientras que para ángulos de impactos de 70° todos los efectos presentan, zona de abrasión incompleta.

2. PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO INFERENCIAL RELACIÓN ENTRE VARIABLES.

Para realizar el análisis de los datos, se llevaron a cabo estudios de Estadística Inferencial, aplicándose Pruebas Paramétricas y Pruebas no Paramétricas, con el objetivo de establecer la relación existente entre la variable ángulo de impacto con cada una de las variables asociadas.

En virtud de ello y para una adecuada selección del estadístico de prueba de hipótesis se tuvieron en cuenta:

- ✓ El tipo de estudio.
- ✓ El nivel de investigación: Relacional
- ✓ Los objetivos estadísticos: comparar, asociar y correlacionar
- ✓ Las escalas de medición de las variables: categóricas o numéricas
- ✓ El comportamiento de los datos: Distribución Normal y Homogeneidad de Varianzas.

1. COMPARACION DE LA FORMA DE LOS ORIFICIOS EN DISPAROS PRODUCIDOS A 90° Y 70°

Teniendo en cuenta el gráfico n° 1 (*análisis comparativo de la forma del orificio, pág. 53*) se verifica que existe una constante, por lo tanto no es necesario realizar una prueba de hipótesis. De esta manera se asume que la forma del orificio está relacionada con el ángulo de impacto, por lo que se puede inferir que a través de la forma del orificio se puede individualizar el ángulo de impacto.

2. DIMENSIÓN LONGITUDINAL

A. Prueba de hipótesis para calcular la normalidad de los datos a 90°

Prueba Estadística

Planteamiento: se ha realizado la medición del diámetro longitudinal en orificios de disparos realizados con revólver y proyectil ojival a 90° y se desea conocer como es su distribución.

Pregunta: ¿La distribución de los datos es distinta a la distribución normal?

Diámetro longitudinal	Disparos a 90°
Media	10,96
Error estándar	0,07
IC 95% límite inferior	10,27
IC 95% límite superior	11,10

Tabla n° 23: Intervalo de confianza para la media al 95%

Planteamiento de la Hipótesis Estadística

H ₀ : la distribución de los datos no es distinta a la distribución normal
H ₁ : la distribución de los datos es distinta a la distribución normal

Nivel de significancia

Nivel de significancia (α)= 0,05 = 5%
--

Prueba estadística:

Test de Kolmogorov Smirnov

Resultado:

Magnitud del error =	P-valor = 0,002 = 0,2%
Lectura del P-valor =	Con una probabilidad de error del 1,5% la distribución de los datos es distinta a la distribución normal.

Decisión: como el error, se encuentra por debajo del nivel de significancia, se acepta la hipótesis del investigador, por lo tanto, **“la distribución de los datos es distinta a la distribución normal”**.

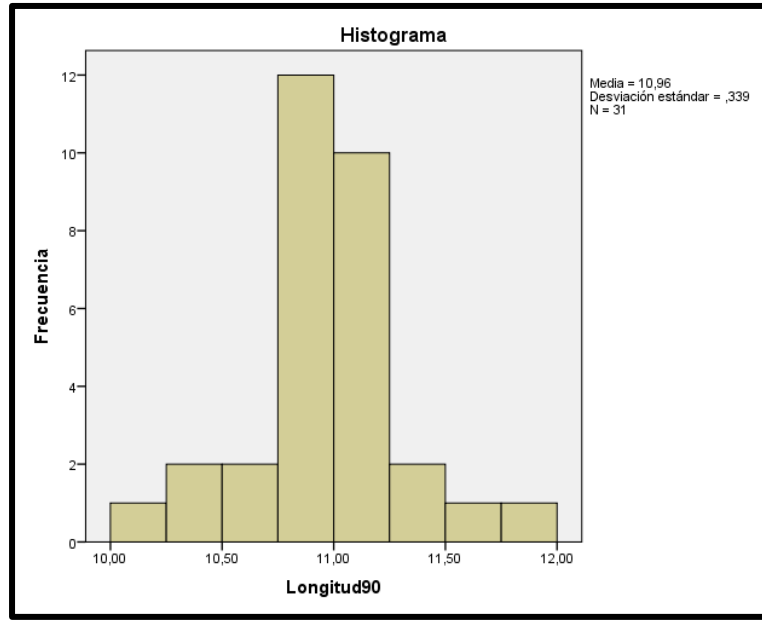


Gráfico n° 10: Histograma. Distribución no normal de los datos.

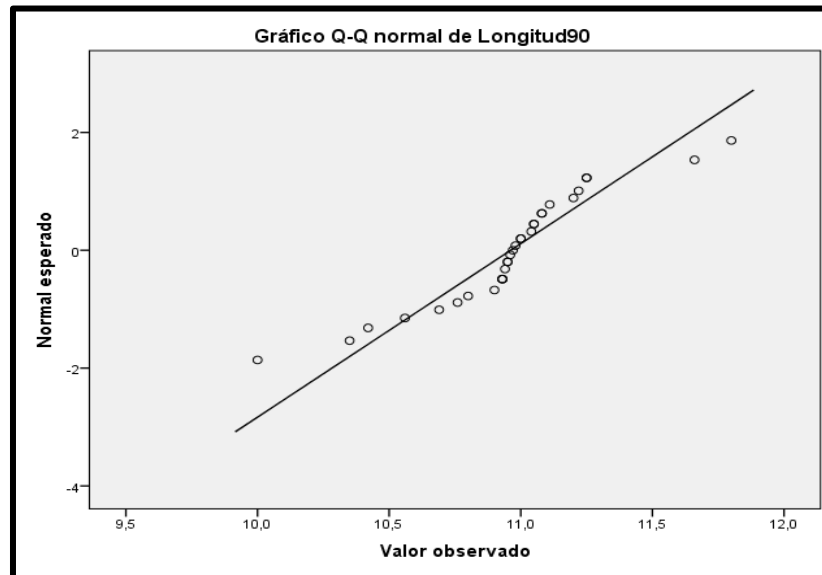


Gráfico n° 11: Análisis de la Normalidad de los datos.

B. Prueba de hipótesis para calcular la normalidad de los datos a 70°

Prueba Estadística

Planteamiento: se ha realizado la medición de la dimensión longitudinal en orificios de disparos realizados con revólver, proyectil ojival a 70° y se desea conocer como es la distribución de sus datos.

Pregunta: ¿La distribución de los datos es distinta a la distribución normal?

Dimensión Longitudinal	Disparos a 70°
Media	14,55
Error estándar	0,10
IC 95% límite inferior	13,51
IC 95% límite superior	14,75

Tabla n° 24: intervalo de confianza para la media al 95%

Planteamiento de la Hipótesis Estadística

H ₀ : La distribución de los datos no es distinta a la distribución normal
H ₁ : La distribución de los datos es distinta a la distribución normal

Nivel de significancia

Nivel de significancia (α) = 0,05 = 5%

Prueba estadística

Kolmogorov Smirnov

Resultado

Magnitud del error	$p\text{-valor} = 0,019 = 1,9\%$
Lectura del P-valor	Con una probabilidad de error del 0,4% la distribución de los datos es distinta a la distribución normal.

Decisión: La distribución de los datos es distinta a la distribución normal.

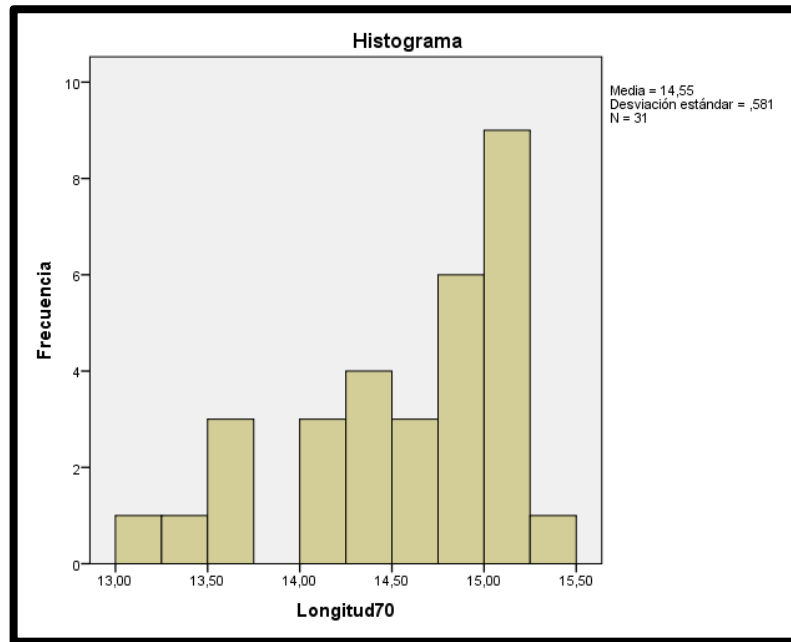


Gráfico n° 12: Histograma. Distribución no normal de los datos.
Dimensión longitudinal de orificios generados con un ángulo de impacto de 70°

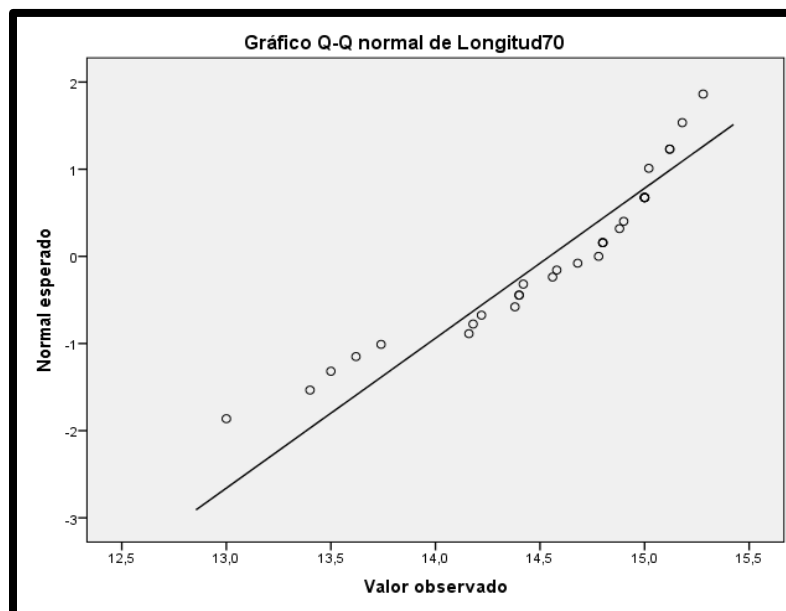


Gráfico n°13: Análisis de la normalidad de los datos. Orificios generados por impactos a 70°

C - Prueba de hipótesis relación entre variables

Prueba estadística

Planteamiento: se ha realizado un experimento con 31 disparos realizados con revólver y proyectil ojival a 90° y 70° y se ha medido la dimensión longitudinal de orificios a fin de comparar sus medidas.

Pregunta: ¿La dimensión longitudinal del orificio de impacto a 90° es distinta de la dimensión longitudinal del orificio a 70 °?

Diámetro Longitudinal	Disparos a 90°	Disparos a 70°
Media	10,96	14,55
Error estándar	0,07	0,10
IC 95% límite inferior	10,27	13,51
IC 95% límite superior	11,10	14,75

Tabla n°25: Intervalos de Confianza para la media al 95%

Planteamiento de la hipótesis estadística:

H ₀ : el diámetro longitudinal del orificio de impacto a 90° no es distinto de diámetro longitudinal del orificio a 70°
H ₁ : el diámetro longitudinal del orificio de impacto a 90° es distinto de diámetro longitudinal del orificio a 70°

Nivel de significancia

Nivel de significancia (α): 0,05 = 5%
--

Prueba Estadística

U de Mann Whitney

Resultado

Magnitud del Error	$P\text{-valor} = 0,000 = 0,0\%$
Lectura del P-valor	Con una probabilidad de error del 0,0%

	el diámetro longitudinal del orificio de impacto a 90° es distinto de diámetro longitudinal del orificio a 70°.
--	---

Decisión: Se acepta la Hipótesis Alternativa, por lo tanto, “la dimensión longitudinal del orificio a 90° es distinta a la dimensión longitudinal del orificio a 70°”.

Interpretación: la dimensión longitudinal del orificio se relaciona con el ángulo de impacto.

D - Prueba de hipótesis correlación

Prueba estadística

Planteamiento: se ha evaluado la relación existente entre la dimensión longitudinal del orificio de impacto en 31 disparos realizados con revólver y proyectil ojival a 90° y 70° y se desea saber si entre ellos existe correlación.

Pregunta: ¿la dimensión longitudinal del orificio de impactos en disparos a 90° y 70° no es independiente del ángulo de impacto?

Dimensión Longitudinal	Disparos a 90°	Disparos a 70°
Media	10,96	14,55
Error Estándar	0,07	0,10
IC 95% límite inferior	10,27	13,51
IC 95% límite superior	11,10	14,75

Tabla n° 26: intervalo de confianza para la media al 95%

Planteamiento de la Hipótesis Estadística

H₀: La dimensión longitudinal del orificio de impacto en disparos a 90° y 70° es independiente del ángulo de impacto.

H₁: La dimensión longitudinal del orificio de impacto en disparos a 90° y 70° no es independiente del ángulo de impacto.

Nivel de significancia

Nivel de Significancia (α) = 0,05 = 5%

Prueba estadística

Correlación de Spearman

Resultado

Magnitud del Error =	P-valor = 0,000 = 0,0%
Lectura del P-valor =	Con una probabilidad de error del 0,0% la dimensión longitudinal del orificio de impacto en disparos a 90° y 70° no es independiente del ángulo de impacto.

Decisión: la dimensión longitudinal del orificio de impacto en disparos a 90° y 70° no es independiente del ángulo de impacto
--

Interpretación: la dimensión longitudinal se relaciona con el ángulo de impacto.

Índice de correlación: 0,997 – muy buena correlación

3. DIMENSIÓN TRANSVERSAL**A – Prueba de hipótesis para calcular la normalidad de los datos en impactos generados a 90°.****Prueba estadística**

Planteamiento: se ha realizado la medición de la dimensión transversal en orificios de disparos generados con revolver, proyectil ojival a 90° y se desea conocer como es su distribución.

Pregunta: ¿La distribución de los datos es distinta a la distribución normal?

Dimensión Transversal	Disparos a 90°
Media	10,87
Error estándar	0,04
IC 95% límite inferior	10,78
IC 95% límite superior	10,95

Tabla n° 27: Intervalo de confianza para la media al 95%

Planteamiento de la Hipótesis Estadística

H_0 : La distribución de los datos no es distinta a la distribución normal.

H_1 : La distribución de los datos es distinta a la distribución normal.

Nivel de significancia

Nivel de Significancia (α) = 0,05 = 5%

Prueba Estadística:

Test de Kolmogorov Smirnov

Resultado:

Magnitud de Error	$P\text{-valor} = 0,082 = 8,2\%$
Lectura del P-valor	Con una probabilidad de error del 8,2% la distribución de los datos es distinta a la distribución normal.

Decisión: como el error es superior al nivel de significancia se rechaza la H_1 , aceptándose de este modo la H_0 , la cual afirma que la distribución de los datos es igual a la distribución normal.

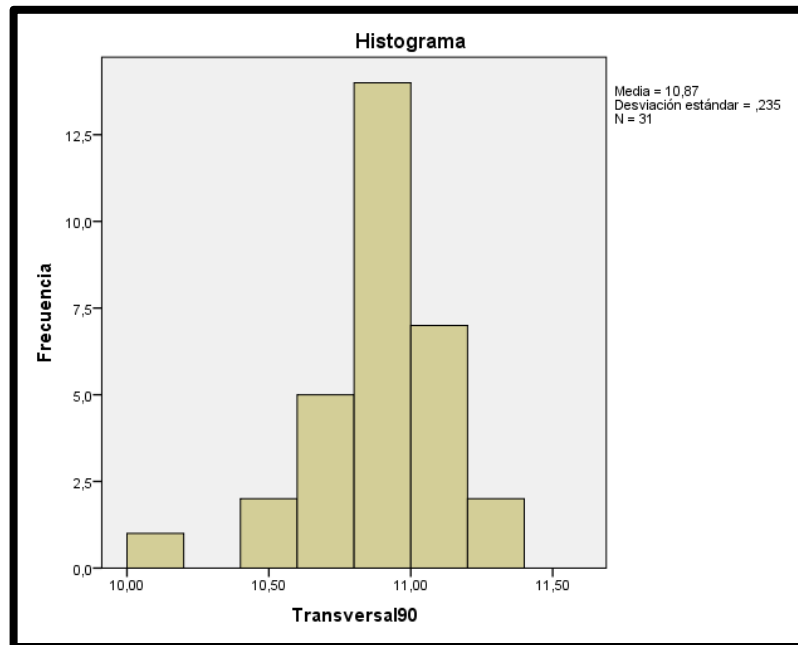


Gráfico n° 14: Histograma. Análisis de la Distribución de los dato. Dimensión Transversal de impactos generados a 90°.

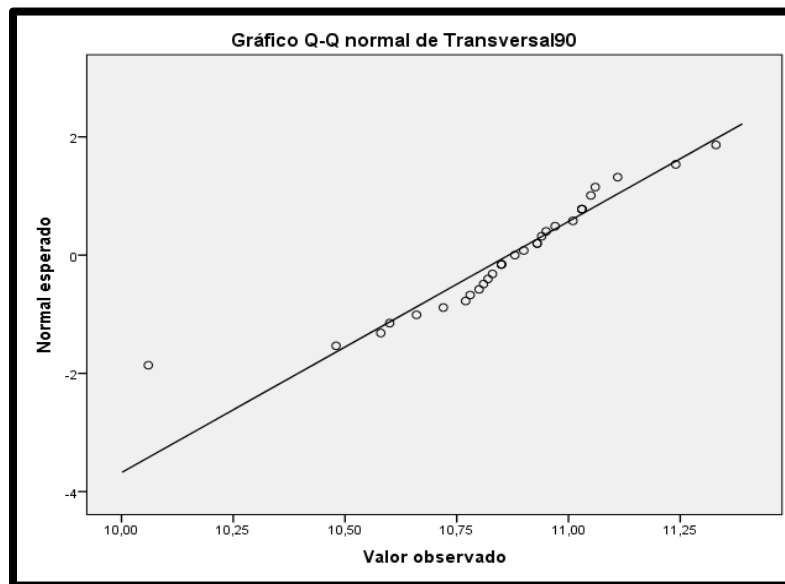


Gráfico n° 15: Análisis de la Distribución de los dato. Dimensión Transversal de impactos generados a 90°.

B – Prueba de hipótesis para calcular la normalidad de los datos en impactos generados a 70°.

Prueba Estadística

Planteamiento: se ha realizado la medición de la dimensión transversal de disparos realizados con revólver, proyectil ojival a 70° y se desea saber cómo es su distribución.

Pregunta: ¿La distribución de los datos es distinta a la distribución normal?

Dimensión Transversal	Disparos a 70°
Media	12,39
Error estándar	0,07
IC 95% límite inferior	12,25
IC 95% límite superior	12,53

Tabla n° 28: Intervalo de confianza para la media al 95%

Planteamiento de la Hipótesis Estadística

H_0 : La distribución de los datos no es distinta a la distribución normal.

H_1 : La distribución de los datos es distinta a la distribución normal.

Nivel de significancia

Nivel de significancia (α) = 0,05 = 5%

Prueba Estadística

Test de Shampiro Wilk

Resultado

Magnitud del error	$p\text{-valor} = 0,846 = 84,6\%$
Lectura del p -valor	Con una probabilidad del 84,6% la distribución de los datos es distinta a la distribución normal.

Decisión: La distribución de los datos es igual a la distribución normal

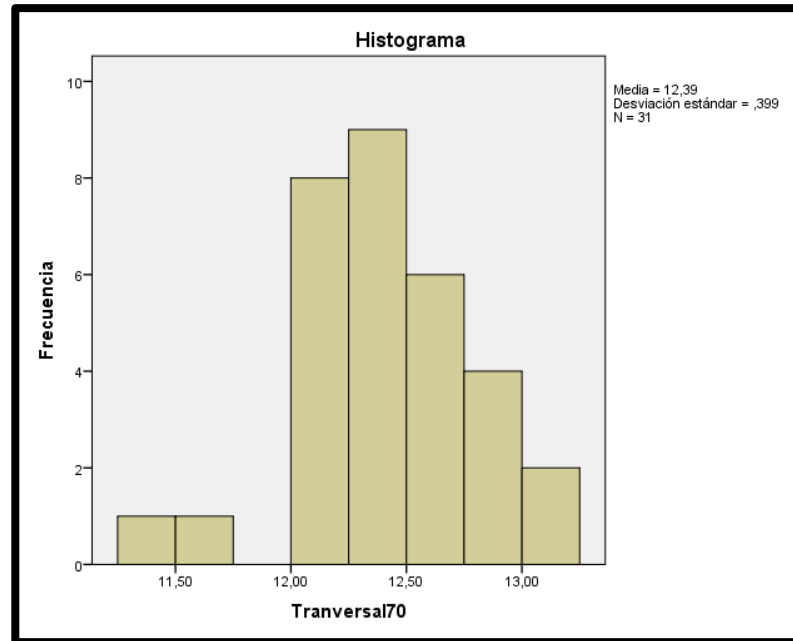


Gráfico n° 16: Histograma. Análisis de la Distribución de los dato. Dimensión Transversal de impactos generados a 70°.

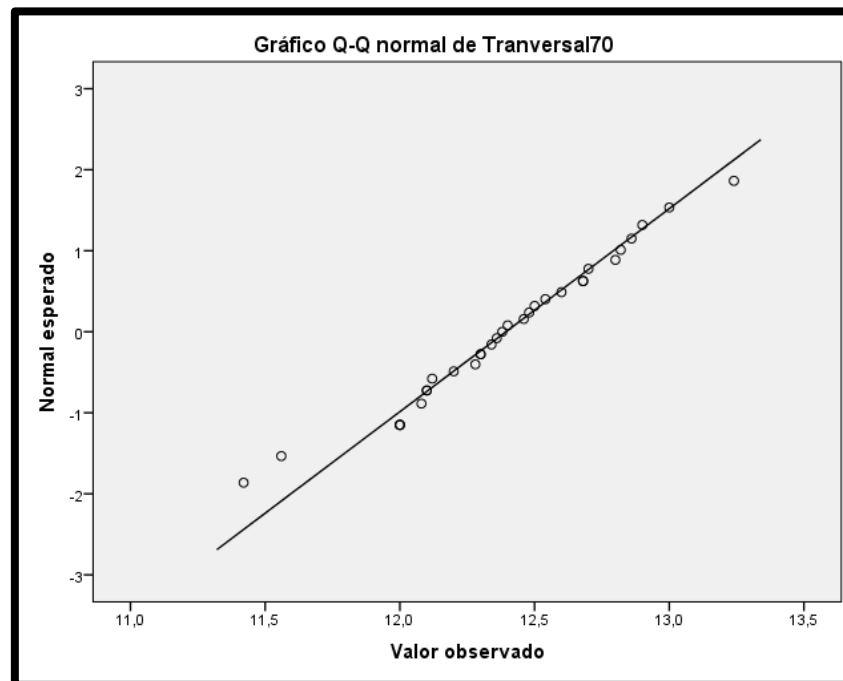


Gráfico n° 17: Análisis de la Distribución de los dato. Dimensión Transversal de impactos generados a 70°.

C. Prueba de hipótesis relación entre las variables

Prueba estadística

Planteamiento: se ha realizado un experimento con 31 disparos realizados con revólver y proyectil ojival a 90° y 70° y se han medido las dimensiones transversales de cada uno de los orificios de impacto, a fin de comparar sus medidas.

Pregunta: ¿La dimensión transversal del orificio de impacto a 90° es distinta de la dimensión longitudinal del orificio a 70 °?

Dimensión transversal	Disparos 90°	Disparos a 70°
Media	10,87	12,39
Error estándar	0,04	0,07
IC 95% límite inferior	10,78	12,25
IC 95% límite superior	10,95	12,53

Tabla n° 29: Intervalo de confianza para la media al 95%

Planteamiento de la Hipótesis Estadística

H_0 : La dimensión transversal del orificio de impacto a 90° no es distinta a la dimensión transversal del orificio a 70°

H_1 : la dimensión transversal del orificio de impacto a 90° es distinta a la dimensión transversal del orificio a 70°.

Nivel de significancia

Nivel de significancia (α) = 0,05 = 5%

Prueba Estadística

t de Student

Resultado

Magnitud del error	$P\text{-valor} = 0,000 = 0,0\%$
Lectura del <i>P</i> -valor	Con una probabilidad de error del 0,0% la dimensión transversal del orificio de impacto a 90° es distinta del diámetro mayor a 70 °.

Decisión: La dimensión transversal del orificio de impacto a 90° es distinta a la dimensión transversal del orificio a 70°.

Interpretación: La dimensión transversal del orificio de impacto se relaciona con el ángulo de impacto.

D. Prueba de hipótesis - Correlación

Prueba estadística

Planteamiento: se ha evaluado la relación existente entre la dimensión transversal del orificio de impacto en 31 disparos realizados con revólver y proyectil ojival a 90° y 70° y se desea saber si entre ellos existe correlación

Pregunta: ¿La dimensión transversal del orificio de impacto en disparos a 90° y 70° no es independiente del ángulo de impacto?

Dimensión transversal	Disparos 90°	Disparos a 70°
Media	10,87	12,39
Error estándar	0,04	0,07
IC 95% límite inferior	10,78	12,25
IC 95% límite superior	10,95	12,53

Tabla n° 30: Intervalo de confianza para la media al 95%.

Planteamiento de la Hipótesis Estadística

H₀: La dimensión transversal del orificio de impacto en disparos a 90° y 70° es independiente del ángulo de impacto.

H₁: La dimensión transversal del orificio de impacto en disparos a 90° y 70° no es independiente del ángulo de impacto.

Nivel de significancia

Nivel de significancia (α) = 0,05 = 5%

Prueba Estadística

Correlación de Pearson

Resultado

Magnitud del Error	P-valor = 0,000 = 0,0%
Lectura del P-valor	Con una probabilidad del 0,0% la dimensión transversal del orificio de impacto en disparos a 90° y 70° no es

	independiente de ángulo de impacto.
--	-------------------------------------

Decisión: La dimensión transversal del orificio de impacto en disparos a 90° y 70° no es independiente del ángulo de impacto.
--

Interpretación: <i>La dimensión transversal del orificio de impacto se relaciona con el ángulo de impacto.</i>

Índice de Correlación: 0,963 – Muy Buena correlación.
--

4. CUELLO

Al analizar esta variable, se puede afirmar que al igual que la variable forma del orificio, existe una constante, es decir que no es necesario realizar una prueba de hipótesis, por lo que se puede aseverar categóricamente que en impactos producidos a 90° *existirá presencia de cuello*, en la cara posterior a la placa impactada, mientras que en impactos generados a 70° *no existirá* este tipo de variable.

5. Y 6. FISURAS DEL CUELLO – ALTURA DEL CUELLO

Se verificó que en las probetas impactadas a 70°, los orificios no presentan cuello, por lo tanto no es posible analizar estas dos variables. Confirmando de esta manera que existe una constante, por lo tanto no es necesario realizar una prueba de hipótesis. Se asume, entonces, que las variables fisuras del cuello y altura del cuello, están relacionadas con el ángulo de impacto.

7. PÉRDIDA DE TAPÓN

COMPARACIÓN DE LA PÉRDIDA DE TAPÓN EN DISPAROS REALIZADOS A 90° Y 70°

Pruebas Estadística

Planteamiento: se ha realizado un experimento para saber si disparos a distintos ángulos arrojan características distintivas en cuanto a la variable perdida de tapón.

Pregunta: ¿En disparos a 90° y 70° con revólver calibre .38 y proyectil ojival, la variable perdida de tapón es distinta?

Tabla de contingencia de frecuencias absolutas y relativas:

Perdida de Tapón/ Ángulo de impacto

Perdida de tapón	Disparos a 90°		Disparos a 70	
	Nro.	%	Nro.	%
Si	30	96,8%	2	6,5%
No	1	3,2%	29	93,5%
	31	100%	31	100%

Valor Chi2 = 50,63. P-valor = 0,000 = 0,0%

Planteamiento de la hipótesis estadística

H₀: En disparos a 90° y 70° con revólver calibre .38 y proyectil ojival, la variable perdida de tapón NO es distinta

H₁: En disparos a 90° y 70° con revólver calibre .38 y proyectil ojival, la variable perdida de tapón es distinta

Nivel de significancia

Nivel de significancia (α) = 0,05 = 5%

Prueba estadística

Chi 2 de homogeneidad

Resultado

Magnitud del error	P-valor = 0,000 = 0%
Lectura del P- valor	Con una probabilidad de error del 0,0% En disparos a 90° y 70° con revólver calibre .38 y proyectil ojival, la variable perdida de tapón es distinta

Decisión: En disparos a 90° y 70° con revólver calibre .38 y proyectil ojival, la variable perdida de tapón es distinta. Por lo tanto se puede afirmar que la perdida de tapón está asociada con el ángulo de impacto.

8. PÉTALO

Teniendo en cuenta el punto 5.3.8, comparación de la variable pétalo, en disparos producidos a 90° y 70°, se verifica que hay una constante por lo tanto no es necesario realizar una prueba de hipótesis. De esta manera, entonces, se puede afirmar que la variable pétalo está relacionada con el ángulo de impacto.

9. ZONA DE ABRASIÓN

Teniendo en cuenta el punto 5.3.9 comparación de la zona de abrasión en disparos producidos a 90° y 70°, se verifica que existe una constante, por lo que no es necesario realizar una prueba de hipótesis, se asume por lo tanto que la zona de abrasión está relacionada con el ángulo de impacto.

CAPITULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El objetivo general de la presente investigación consistió en *“establecer la relación existente entre las características de los efectos balísticos y los ángulos de impacto a 90° y 70°, resultantes de disparos realizados sobre placas de acero laminado, con proyectiles calibre .38 punta ojival”*, con lo cual se logró determinar que existe relación entre el efecto balístico y el ángulo de impacto, mediante las siguientes características examinadas:

a. Características del efecto balístico relacionado con el ángulo de impacto a 90 °

1 – FORMA DEL ORIFICIO

Se observó que el total de los orificios, producidos por disparos generados a 90°, adquieren una configuración **circular**.

2 – DIMENSIÓN LONGITUDINAL

Se observó que la longitud del orificio, oscila entre 10mm y 11,8mm

- ▶ Rango: 1,8mm
- ▶ Promedio: 10,96mm

3 – DIMENSIÓN TRANSVERSAL

Se observó que la dimensión transversal de los orificios, oscilan entre 10,06mm y 11,33mm.

- ▶ Rango: 1,27mm
- ▶ Promedio: 10,87mm

4 – CUELLO

Se observó que la presencia de cuello es una constante en la totalidad de los efectos balísticos realizados a 90°. Del mismo se desprenden las siguientes características:

- ▶ FISURAS DEL CUELLO
- ▶ ALTURA DEL CUELLO

5 – PÉRDIDA DE TAPÓN

Se observó que en la mayoría de los casos, es decir en el 97% del total de los disparos realizados a 90° existe pérdida del tapón, producto del impacto perpendicular.

Cabe destacarse que si bien existe un solo caso en el cual el proyectil, no logra separar completamente el tapón del orificio, la disposición de éste, es totalmente diferente con respecto al tapón adherido registrado en los orificios producidos por impactos a 70°. *Ver imagen n° 9 (tapón adherido, ángulo de impacto 90°) e imagen n° 11 (tapón adherido, ángulo de impacto 70°).*

6 – PÉTALO

No se observó en ninguno de los efectos balísticos producidos por impactos generados a 90°.

7 – ZONA DE ABRASIÓN

En la totalidad de los disparos generados a 90°, existe una huella de abrasión ubicada alrededor del borde evertido. La misma se caracteriza por presentarse de forma **completa**.

b. Características del efecto balístico relacionado con el ángulo de impacto a 70 °

1 – FORMA DEL ORIFICIO

Se observó que el total de los orificios, producidos por disparos generados a 70°, adquieren una configuración **semioval**.

2 – DIMENSIÓN LONGITUDINAL

Se observó que los valores de la dimensión longitudinal, oscilan entre 13mm y 15,28mm.

- ▶ Rango: 2,28mm
- ▶ Promedio: 14,55mm

3 – DIMENSIÓN TRANSVERSAL

Se observó que los valores de la dimensión transversal, oscilan entre 11,42mm y 13,24mm.

- ▶ Rango: 1,82mm
- ▶ Promedio: 12,39mm

4 – CUELLO

No se observó en ninguno de los efectos balísticos, producidos por disparos a 70°.

5 – PÉRDIDA DE TAPÓN

Se observó que predomina el **tapón adherido**, solo en el 6% de los efectos balísticos se observa pérdida de tapón, es decir solo en 2 probetas.

6 – PÉTALO

Se observó en la totalidad de los efectos balísticos producidos por impactos a 70°.

7 – ZONA DE ABRASIÓN

Se observó que en la totalidad de los efectos balísticos producidos por impactos a 70° la existencia de una zona de abrasión ubicada alrededor del borde evertido. La misma se caracteriza por presentarse de forma **incompleta**.

c. Cuadro comparativo de las características que individualizan el ángulo de impacto

Variable asociada	Ángulo de impacto 90°	Ángulo de impacto 70°
Forma del Orificio	Circular	Semioval
Dimensión Longitudinal*	Mín.: 10mm Máx.: 11,8mm	Mín.: 13mm Máx.: 15,28
Dimensión Transversal*	Mín.: 10,06mm Máx.: 11,33mm	Mín.: 11,42mm Máx.: 13,24mm
Cuello	SI	NO
Perdida de Tapón	97%	6%
Pétalo	NO	SI
Zona de Abrasión	Completa	Incompleta

Cuadro n° 10: Cuadro comparativo ángulos de impacto 90° y 70°.

***Dimensión Longitudinal y dimensión transversal:**

No existen valores comunes para ambos ángulos de impactos.

Del análisis de la observación de dimensiones longitudinales y transversales de los orificios examinados, se concluye lo siguiente:

- La dimensión longitudinal, como la transversal, siempre son mayores en los orificios producidos con impactos a 70° por lo que se puede inferir que el diámetro del orificio producido por impactos a 70°, será siempre mayor con respecto al orificio producido por impactos a 90°.
- La amplitud o la distancia entre el máximo valor de 90° y el mínimo de 70° de las dimensiones longitudinales, se observa que este es mayor con respecto a la diferencia entre el máximo valor de 90° y el mínimo valor de 70° de las longitudes transversales, por lo que se infiere que existirá una notable diferencia en la dimensión longitudinal entre ambos ángulos, presentando a menor ángulo de impacto, mayor dimensión longitudinal.
 - ▶ Diferencia Dimensión Longitudinal entre 90° y 70°: 1,2mm
 - ▶ Dimensión Transversal entre 90° y 70°: 0,09mm

CAPITULO VII

CONCLUSIÓN

De las observaciones realizadas y los resultados obtenidos, se obtiene la siguiente conclusión:

Los efectos balísticos sobre chapas de acero laminado de bajo contenido de carbono, producidos por revólver .357 y proyectil ojival a 90° y 70° presentan características y particularidades que permiten individualizar en ángulo de impacto.

De acuerdo a lo expuesto se acepta la hipótesis planteada, la cual afirma que:

“Existe relación entre el ángulo de impacto y el efecto balístico, en disparos realizados con revólver y proyectil ojival calibre .38 a 90° y 70° sobre placas de acero laminado”.

Sintetizando las variables asociadas analizadas, se concluye que las principales características que individualizan al ángulo de impacto son:

	Impactos a 90°	Impactos a 70°
Forma del orificio	Circular	Semioval
Característica del plano dorsal	Cuello	Pétalo

El resto de las variables asociadas o particularidades del efecto balístico, se analizan en torno a las características mencionadas en el cuadro.

De esta manera se concluye que es posible conocer el ángulo de impacto de donde se produjo el disparo, cuando se halla un solo orificio balístico, en blancos de acero laminado de bajo contenido de carbono, cuando estas han sido impactadas con revólver .357 y proyectil de plomo desnudo, punta redondeada, calibre .38.

OTRAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Debido a que esta investigación fue acotada en lo que se refiere a munición, arma de fuego, superficie, ángulo de impacto surgieron diversos interrogantes que pueden ser investigadas en el futuro:

- Manteniendo como constante el ángulo de impacto, por ejemplo 70° , y el resto de las variables (arma, superficie, y distancia), analizar las características del efecto balístico cuando estas fueron producidas por una misma arma de fuego, pero diferente proyectil, ejemplo tronco-cónico, y ojival
- Manteniendo constante el ángulo de impacto y el proyectil, por ejemplo ángulo de impacto 70° y proyectil ojival, determinar si existen diferentes características del efecto balístico cuando estas fueron estos fueron disparados por diferentes armas de fuego (revólver – pistola).
- ¿Se producirán las mismas características en el efecto balístico, si se incrementa o disminuye el espesor de la chapa?, manteniendo constante el resto de las variables (arma, proyectil, ángulo de impacto, y distancia de disparo)
- Las experiencias de disparo realizadas en la presente investigación, se realizaron a un metro de distancia del objeto impactado. Manteniendo constante los materiales utilizados, arma, proyectil, blanco y ángulo de impacto, ¿se producirán las mismas particularidades del orificio, si se incrementa la distancia?
- ¿Será posible determinar la distancia de disparo a través de las características del efecto balístico?
- Aún dentro de la presente investigación existen tareas pendientes a realizar, tales como analizar las características del efecto balístico en plano dorsal, analizando si en ellas existen posibles indicios del ángulo de pos impacto, tal como lo menciona, Guevara (2013).

BIBLIOGRAFIA

Álvarez Saavedra, F. (2008). *Diccionario de Criminalística*. España. Planeta.

Anales de Mecánica de la fractura 25, volumen 1, (2008). *Estudio experimental y numérico del comportamiento de láminas de acero de bajo contenido de carbono sometidas a impactos de media y alta velocidad*. Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras. Universidad Carlos III, Madrid, España.

Anales de Mecánica de la fractura 25, volumen 1, (2008). *Mecanismo de fallo en placas de acero sometidas a impacto de proyectiles cilíndricos, cónicos y hemisféricos*. Departamento de Medios Continuos y Teoría de Estructuras. Universidad de Carlos III, Madrid, España.

Áreas, C. (2017). *Balística de efecto en chapas de acero*. (Tesina de grado). Universidad del Aconcagua, Facultad de Psicología, Mendoza.

Chiviló, R (2008). *Manual Pericial de Balística y armamento*. Buenos Aires: García Alonso.

Ferreyro, M (2007) *Manual de Balística. Peritajes balísticos y Metodologías*. Buenos Aires. B de F.

Goto, P (2017). *Relación entre los ángulos de impacto a 70° y 90° y las características del efecto balístico en chapas de acero laminado, producido con pistola 9mm, proyectil punta troncocónica*. (Tesina de grado). Universidad del Aconcagua, Facultad de Psicología, Mendoza.

Guevara, C. (2010). *Determinación de la posición del tirador a través del ángulo de incidencia en disparos efectuados a superficies metálicas*. (Tesina de grado). Universidad del Aconcagua, Facultad de Psicología, Mendoza.

Guevara, C (2013). *Comportamiento de la trayectoria consecuyente de un proyectil calibre 9mm después de atravesar una lámina de acero suave*. (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperado el 14 de octubre de 2016, de <https://icgpublicaciones.wordpress.com/2014/01/28/conocer-el-comportamiento-de-la-trayectoria-consecuyente-de-un-proyectil/>

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

Locles, R. (2014). *Tratado de Balística, Tomo I*. Buenos Aires. La Rocca.

RENAR. Ministerio de Justicia y Derechos Humano, Presidencia de la Nacion, Manual de Identificacion y Rastreo de Armas de Fuego MIRAF, año 2001.

Rossi, C., Escudero Gordillo, J. G., Ahumada, M. F., Cuello Videla, O. A., De Angelo, C. J. y Puiggrós, C. D. (2014). *Balística de efectos: Estudio de los signos característicos de la trayectoria incidente con diferentes ángulos de impactos sobre placas de acero laminado.* (Trabajo de investigación). Universidad del Aconcagua. Facultad de Psicología, Mendoza.

Vidrio, C. O. (2007) *Balística técnica y forense.* Buenos Aires. La Rocca.

ANEXO

ANEXO N° 1: RECOLECCIÓN DE DATOS

1.1 – Datos obtenidos de la observación de los efectos balísticos producidos por impactos a 90°.

N° de disparo	Forma del orificio	Dimensión longitudinal	Dimensión transversal	Cuello	Fisura del cuello	Altura del cuello	Pérdida de Tapón	Pétalo	Zona de abrasión
1	1	10,35	10,85	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
2	1	10	10,85	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
3	1	11,8	10,06	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
4	1	10,9	10,97	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
5	1	10,93	11,24	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
6	1	11,25	11,03	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
7	1	10,98	10,8	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
8	1	11,22	11,06	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
9	1	11,05	10,58	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
10	1	11,05	10,93	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
11	1	10,56	10,72	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
12	1	10,95	10,94	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
13	1	10,96	10,88	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
14	1	11,2	11,33	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
15	1	10,8	11,11	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
16	1	11,25	10,93	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
17	1	10,76	10,66	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
18	1	11,66	11,01	Si	Si	Irregular	No	-	Completa

19	1	11,08	11,03	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
20	1	10,69	10,81	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
21	1	10,95	10,83	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
22	1	11,08	10,95	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
23	1	10,97	10,85	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
24	1	10,94	10,9	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
25	1	10,42	10,78	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
26	1	11	10,48	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
27	1	11	10,82	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
28	1	11,11	11,05	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
29	1	10,93	10,6	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
30	1	11,04	10,77	Si	Si	Irregular	Si	-	Completa
31	1	10,93	11,03	Si	Si	Regular	Si	-	Completa

1.2 – Datos obtenidos de la observación de los efectos balísticos producidos por impactos generados a 70°.

N° de disparo	Forma del orificio	Dimensión Longitudinal	Dimensión Transversal	Cuello	Fisura del cuello	Altura del cuello	Perdida de tapón	Pétalo	Zona de abrasión
1	2	15	12,38	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
2	2	14,8	12	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
3	2	13	12,6	NO	-	-	No	Pestaña	Incompleta
4	2	14,68	12,5	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
5	2	15,12	12,2	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
6	2	14,88	12,8	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
7	2	15	12,82	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
8	2	14,9	12,9	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
9	2	13,74	12,36	NO	-	-	Si	Pestaña	Incompleta
10	2	15	12	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
11	2	13,62	12,68	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
12	2	14,56	12,54	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
13	2	14,4	12,1	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
14	2	14,78	12,4	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
15	2	15	12	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
16	2	13,4	13	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
17	2	14,22	12,3	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
18	2	14,38	12,12	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
19	2	14,16	12,86	NO	-	-	No	C.A	Incompleta

20	2	15,28	12,3	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
21	2	15,02	12,1	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
22	2	14,8	12,7	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
23	2	14,8	12,28	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
24	2	14,42	13,24	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
25	2	15	12,08	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
26	2	14,18	12,68	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
27	2	14,4	12,46	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
28	2	15,12	12,48	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
29	2	13,5	12,34	NO	-	-	Si	Pestaña	Incompleta
30	2	14,58	11,56	NO	-	-	No	C.A	Incompleta
31	2	15,18	11,42	NO	-	-	No	C.A	Incompleta