

**ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS**  
**“CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI”**



**INSTRUCCIÓN DE METEOROLOGÍA Y EL DESEMPEÑO DEL TIRO  
DE LOS CADETES DE ARTILLERÍA DE LA ESCUELA MILITAR DE  
CHORRILLOS “CFB”, 2025**

**Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Ciencias Militares  
con Mención en Ingeniería**

**Autores:**

**Enzo Dennis Revilla Begazo (0009-0000-6901-3094)**

**Luis David Hilario Huisa (0009-0002-1634-2593)**

**Docente Asesor:**

**Dr. Camilo Fermín García Huamantumba (0009-0007-2624-7350)**

**Lima – Perú**

**2025**

## Grado de similitud






### 19% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

#### Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

#### Fuentes principales

- 18%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

#### Marcas de integridad

##### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.





**ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS**  
**CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI**

**Declaración jurada de autoría**

Los bachilleres **Enzo Dennis Revilla Begazo** y **Luis David Hilario Huisa** del Arma de Artillería, de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, (EMCH “CFB”) identificados con DNI N° 72140400 y N° 76545325 respectivamente, declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la investigación titulada: **“INSTRUCCIÓN DE METEOROLOGÍA Y EL DESEMPEÑO DEL TIRO DE LOS CADETES DE ARTILLERÍA DE LA ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS “CFB”, 2025”**.
2. Que, dicha investigación ha sido íntegramente elaborado por los suscritos y que no existe plagio alguno de ideas, texto, o imagen que corresponda a otra persona, grupo o institución; comprometiéndonos a poner a disposición de la EMCH “CFB”, los documentos que acrediten la autenticidad de la información proporcionada; si esto fuera solicitado por la entidad.
3. En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda, ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión, tanto en los documentos como en la información aportada. Y nos comprometemos a salir en defensa de la EMCH “CFB” ante cualquier reclamo de terceros que al respecto pudiese sobrevenir.
4. Finalmente, reconocemos, para todos los efectos, que la EMCH “CFB” actúa como tercero de buena fe y está exenta de cualquier responsabilidad.

En honor de lo afirmado y ratificado, firmamos la presente declaración jurada de autenticidad.

Chorrillos, 31 de octubre del 2025.

---

Enzo Dennis Revilla Begazo  
DNI: 72140400

---

Luis David Hilario Huisa  
DNI: 76545325

## Autorización de publicación



**ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS**

**CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI**

### **DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN – DINVEST**

#### **FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA EMCH “CFB”**

Formato de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional Digital de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso y Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales RENATI.

#### **1. Datos personales**

<b>Autor 1:</b> Enzo Dennis Revilla Begazo	<b>Autor 2:</b> Luis David Hilario Huisa
<b>N° DNI:</b> 72140400	<b>N° DNI:</b> 76545325
<b>Teléfono:</b> 912811126	<b>Teléfono:</b> 977824333
<b>Correo-e:</b> erevillab@escuelamilitar.edu.pe	<b>Correo-e:</b> lhilarioh@escuelamilitar.edu.pe
<b>ORCID:</b> 0009-0000-6901-3094	<b>ORCID:</b> 0009-0002-1634-2593

#### **2. Datos de la obra**

<b>Título:</b> INSTRUCCIÓN DE METEOROLOGÍA Y EL DESEMPEÑO DEL TIRO DE LOS CADETES DE ARTILLERÍA DE LA ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS “CFB”, 2025
<b>Tipo de obra:</b> Tesis
<b>Asesor 1:</b> Dr. Camilo Fermín García Huamantumba
<b>N° DNI:</b> 43246209
<b>ORCID:</b> 0009-0007-2624-7350
<b>Año de publicación:</b> 2025

### 3. Declaraciones

El autor declara que:

- La obra es original y de mi (nuestra) propia y exclusiva creación, realizándose sin violar ni usurpar derechos de autor de terceros.
- Con la obra no se ha quebrantado ningún derecho moral o patrimonial de autor.
- No contiene declaraciones difamatorias contra terceros y respeta el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales de las personas.
- Soy (somos) titular (es) de los derechos patrimoniales sobre la obra y no pesa ningún gravamen sobre ella.

Por tanto, todo lo señalado en el presente formato, en especial lo descrito en el numeral dos, ostenta la condición de Declaración Jurada. Por ello me comprometo a salir en defensa de LA ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS “CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI” ante cualquier reclamación de terceros que al respecto pudiese sobrevenir. Para todos los efectos, LA ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS “CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI”, actúa como tercero de buena fe.

### 4. Publicación de su investigación en el Repositorio Institucional de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”

#### TIPO DE ACCESO A SU INVESTIGACIÓN

Acceso abierto

Acceso restringido  (12 a 24 meses)

#### JUSTIFICACIÓN (de acceso restringido)



---

Enzo Dennis Revilla Begazo  
DNI: 72140400



---

Luis David Hilario Huisa  
DNI: 76545325

## **Agradecimiento**

Al Dr. García Huamantumba Camilo, nuestro más sincero agradecimiento por su invaluable orientación, paciencia y apoyo constante durante la realización de esta investigación. Sus conocimientos, críticas constructivas y motivación fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo. No solo enriqueció nuestro proyecto, sino que también dejó una huella en nuestra formación profesional.

Apreciamos profundamente su dedicación y compromiso, que hicieron de este proceso un verdadero aprendizaje.

## **Dedicatoria**

A Dios, fuente de fortaleza y sabiduría,  
por guiarnos en cada paso de este desafío.

A nuestros padres, por su amor  
inquebrantable y sacrificios silenciosos que  
forjaron el camino hasta este logro.

A los instructores de la Escuela Militar  
de Chorrillos "Coronel Francisco Bolognesi",  
guardianes del honor, disciplina y valores que  
hoy llevamos como estandarte. Su ejemplo  
trasciende las aulas y se convierte en legado.

Esta tesis es un tributo a quienes  
creyeron en nosotros incluso cuando dudamos.

## Índice

	Pág.
Carátula .....	i
Grado de similitud.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Declaración jurada de autoría .....	iii
Autorización de publicación.....	iv
Agradecimiento.....	vi
Dedicatoria.....	vii
Índice.....	viii
Índice de tablas .....	xii
Índice de figuras.....	xiii
Resumen .....	xiv
Abstract .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	xvi
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.1. Descripción problemática .....	19
1.2. Delimitación de la investigación .....	23
1.2.1. Espacial .....	23
1.2.2. Temporal .....	23
1.2.3. Teórica .....	24
1.3. Formulación del problema .....	24
1.3.1. Problema general .....	24
1.3.2. Problemas específicos.....	24
1.4. Objetivos de la investigación .....	25
1.4.1. Objetivo general .....	25
1.4.2. Objetivos específicos .....	25
1.5. Justificación e importancia de la investigación.....	25

1.5.1. Justificación teórica .....	25
1.5.2. Justificación metodológica.....	25
1.5.3. Justificación práctica .....	26
1.5.4. Importancia de la investigación.....	26
1.6. Limitaciones de la investigación .....	27
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>29</b>
2.1. Antecedentes de la investigación.....	29
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	29
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	32
2.2. Bases teóricas .....	36
2.2.1. Variable 1: Instrucción de meteorología.....	36
Definición .....	36
Teorías .....	37
Dimensión 1. Formación teórica .....	38
Dimensión 2. Formación práctica.....	39
Dimensión 3. Aplicación operacional.....	41
2.2.2. Variable 2: Desempeño del tiro.....	42
Definición .....	42
Teorías .....	43
Dimensión 1. Preparación técnica .....	44
Dimensión 2. Ejecución del tiro .....	46
Dimensión 3. Evaluación del impacto .....	47
2.3. Marco conceptual .....	48
2.4. Operacionalización de las variables.....	53
2.5. Formulación de hipótesis .....	54
2.5.1. Hipótesis general .....	54
2.5.2. Hipótesis específicas.....	54

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	55
3.1. Enfoque de investigación.....	55
3.2. Tipo de investigación.....	55
3.3. Método de investigación.....	55
3.4. Alcance de investigación (nivel).....	56
3.5. Diseño de la investigación.....	57
3.6. Población, muestra, unidad de estudio.....	57
3.6.1. Población de estudio.....	57
3.6.2. Muestra de estudio.....	58
3.6.3. Unidad de estudio.....	59
3.7. Técnica e instrumento para la recolección de datos.....	59
3.7.1. Técnica de recolección de datos.....	59
3.7.2. Instrumento de recolección de datos.....	60
3.7.3. Validez y confiabilidad de los instrumentos de medición.....	61
3.8. Procesamiento y método de análisis de datos.....	64
3.8.1. Técnica para el procesamiento de datos.....	64
3.8.2. Método de análisis de datos.....	65
3.9. Aspectos éticos.....	66
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	67
4.1. Análisis descriptivo.....	67
4.2. Análisis inferencial.....	75
4.2.1. Contrastación de la Hipótesis General (HG).....	75
4.2.2. Contrastación de la Hipótesis Específica 1 (HE1).....	77
4.2.3. Contrastación de la Hipótesis Específica 2 (HE2).....	79
4.2.4. Contrastación de la Hipótesis Específica 3 (HE3).....	81
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	83
CONCLUSIONES.....	92

RECOMENDACIONES .....	94
REFERENCIAS.....	96
Anexos.....	105
Anexo 1. Matriz de consistencia .....	106
Anexo 2. Instrumento de recolección de datos .....	107
Anexo 3. Autorización para la recolección de datos .....	110
Anexo 4. Base de datos (de prueba piloto) .....	111
Anexo 5. Base de datos (origen de resultados) .....	112
Anexo 6. Propuesta de mejora .....	114
Anexo 7. Validación por juicio de expertos.....	116
Anexo 8. Dictamen final asesor Temático (DINVEST).....	119
Anexo 9. Dictamen final de asesor Metodológico (DINVEST) .....	120
Anexo 10. Acta de sustentación (DINVEST) .....	121
Anexo 11. Otros de acuerdo al nivel y diseño de investigación .....	122

## Índice de tablas

	Pág.
<b>Tabla 1</b> Operacionalización de las variables .....	53
<b>Tabla 2</b> Diagrama de Likert.....	60
<b>Tabla 3</b> Criterio de confiabilidad valores .....	62
<b>Tabla 4</b> Confiabilidad estadística del instrumento para medir la variable 1 .....	63
<b>Tabla 5</b> Confiabilidad estadística del instrumento para medir la variable 2 .....	64
<b>Tabla 6</b> Instrucción de meteorología y Desempeño del tiro .....	67
<b>Tabla 7</b> Formación teórica y Desempeño del tiro .....	69
<b>Tabla 8</b> Formación práctica y Desempeño del tiro .....	71
<b>Tabla 9</b> Aplicación operacional y Desempeño del tiro .....	73
<b>Tabla 10</b> Prueba de correlación de Spearman de la hipótesis general .....	75
<b>Tabla 11</b> Prueba de correlación de Spearman de la Hipótesis Específica 1 .....	77
<b>Tabla 12</b> Prueba de correlación de Spearman de la Hipótesis Específica 2 .....	79
<b>Tabla 13</b> Prueba de correlación de Spearman de la Hipótesis Específica 3 .....	81

## Índice de figuras

	Pág.
<b>Figura 1</b> Esquema de correlación.....	56
<b>Figura 2</b> Alpha de Cronbach - fórmula y datos .....	63
<b>Figura 3</b> Instrucción de meteorología y Desempeño del tiro .....	67
<b>Figura 4</b> Formación teórica y Desempeño del tiro .....	69
<b>Figura 5</b> Formación práctica y Desempeño del tiro.....	71
<b>Figura 6</b> Aplicación operacional y Desempeño del tiro.....	73

## Resumen

Los sistemas de meteorología han sido revolucionados a nivel tecnológico en las últimas décadas, lo que ha permitido grandes avances en la rama meteorológica. Teniendo en cuenta ello, hemos planteado nuestro objetivo para la presente investigación el cual busca determinar la relación entre la instrucción de meteorología y el desempeño del tiro en cadetes de Artillería de la EMCH “CFB”, 2025; la metodología adoptó enfoque cuantitativo, tipo básico, diseño no experimental y alcance descriptivo–correlacional con método hipotético–deductivo; la población correspondió a cadetes de Artillería y la muestra estuvo integrada por 71 cadetes; la técnica fue la encuesta y el instrumento un cuestionario Likert (1–5) validado por expertos y con alta confiabilidad ( $\alpha$  de Cronbach), aplicado para medir formación teórica, formación práctica, aplicación operacional y niveles de desempeño del tiro; los resultados descriptivos evidenciaron predominio del desempeño alto (81.7%), seguido del medio (15.5%) y bajo (2.8%), mientras que por niveles de instrucción se observó mayor concentración en categorías altas; en el análisis inferencial se confirmó asociación positiva alta entre las variables ( $\rho=0.815$ ;  $p=0.000$ ) y, por dimensiones, correlaciones muy alta para formación teórica ( $\rho=0.914$ ;  $p=0.000$ ), alta para formación práctica ( $\rho=0.728$ ;  $p=0.000$ ) y alta para aplicación operacional ( $\rho=0.809$ ;  $p=0.000$ ); se concluyó que una instrucción meteorológica robusta, al integrar observación, registro y uso de viento, temperatura, presión y humedad en los cálculos balísticos y la dirección de tiro, se asoció con mayor probabilidad de primer impacto y menor dispersión, sosteniendo la pertinencia de institucionalizar contenidos “MET” en el currículo artillero para mejorar la consistencia técnica, reducir ajustes sucesivos y elevar la eficacia operativa de los ejercicios de campaña.

Palabras clave: Palabras claves: Instrucción de meteorología, desempeño del tiro y cadetes de Artillería.

## Abstract

Meteorological systems have been technologically revolutionized over the years, leading to significant advances in this field. This serves as the basis for setting the objective was to determine the relationship between meteorology instruction and shooting performance in Artillery cadets at the EMCH “CFB”, 2025; the methodology adopted a quantitative approach, basic type, non-experimental design and descriptive-correlational scope with hypothetical-deductive method; the population corresponded to Artillery cadets and the sample consisted of 71 cadets; the technique was the survey and the instrument a Likert questionnaire (1–5) validated by experts and with high reliability (Cronbach's  $\alpha$ ), applied to measure theoretical training, practical training, operational application and shooting performance levels; the descriptive results showed a predominance of high performance (81.7%), followed by medium (15.5%) and low (2.8%), while by levels of instruction a greater concentration was observed in high categories; Inferential analysis confirmed a strong positive association between the variables ( $\rho=0.815$ ;  $p=0.000$ ) and, by dimension, very high correlations for theoretical training ( $\rho=0.914$ ;  $p=0.000$ ), high for practical training ( $\rho=0.728$ ;  $p=0.000$ ), and high for operational application ( $\rho=0.809$ ;  $p=0.000$ ). It was concluded that robust meteorological instruction, by integrating observation, recording, and use of wind, temperature, pressure, and humidity in ballistic calculations and fire direction, was associated with a higher probability of first hit and less dispersion. This supports the relevance of institutionalizing "MET" content in the artillery curriculum to improve technical consistency, reduce successive adjustments, and increase the operational effectiveness of field exercises.

Keywords: Meteorology instruction, firing performance, and artillery cadets.

## INTRODUCCIÓN

La artillería moderna dependió de la integración sistemática de información meteorológica para reducir la incertidumbre balística, pues variables como viento, temperatura, presión y humedad alteraron la densidad del aire y, con ello, la trayectoria, el tiempo de vuelo y el punto de impacto de los proyectiles (World Meteorological Organization, 2023). En contextos de instrucción militar, la normalización de procedimientos y correcciones meteorológicas formó parte de la doctrina de tiro y del adiestramiento de los artilleros, por lo que la ausencia de formación específica comprometió la exactitud operacional de los fuegos (United States Army, 2025).

En el Perú, la variabilidad climática y las transiciones rápidas de condiciones atmosféricas impusieron exigencias adicionales sobre la preparación de las unidades de artillería, haciendo imprescindible traducir observaciones y registros del tiempo en decisiones técnicas de puntería y corrección (SENAMHI, 2020). En ese marco, esta investigación se desarrolló con cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” durante 2025, y abordó la necesidad de institucionalizar la instrucción de meteorología como componente formativo para mejorar la precisión de los tiros.

El fundamento teórico-operacional de la “meteorología balística” estableció que el cálculo del tiro requirió ajustar por viento transversal y longitudinal, temperatura del aire y del propelente, presión atmosférica y humedad relativa, mediante mensajes y tablas de corrección estandarizadas aplicadas a los elementos del tiro (United States Marine Corps, 2007). Tales ajustes dependieron de mediciones confiables y de la trazabilidad instrumental definida en las guías técnicas internacionales, lo que vinculó estrechamente la instrucción teórica y práctica con la calidad de los datos observacionales (World Meteorological Organization, 2023).

Los antecedentes académicos y profesionales mostraron evidencias de relación entre información meteorológica y eficacia del fuego indirecto: trabajos en la formación castrense peruana reportaron que los sistemas y la calidad de datos meteorológicos se asociaron con mejoras medibles en la exactitud y la eficacia del tiro (Mendoza, 2024). De igual modo, estudios previos en la EMCH documentaron que la estandarización de registros y procedimientos meteorológicos fortaleció la conducción del tiro y redujo la dispersión de impactos durante ejercicios de campaña (Barreda Vargas et al, 2018).

Metodológicamente, la investigación se enmarcó en un enfoque cuantitativo sustentado en un cuestionario tipo Likert para recoger percepciones sobre contenidos teóricos, prácticas

observacionales, manejo instrumental y aplicación operacional de correcciones meteorológicas en el tiro (Likert, 1932). El análisis inferencial contempló la asociación entre instrucción de meteorología y precisión de tiros mediante estadísticos de correlación adecuados para datos ordinales, permitiendo estimar fuerza y dirección de la relación entre variables de interés (Spearman, 1904).

El propósito aplicado de este estudio residió en sustentar, con evidencia contextual y cuantitativa, que incorporar instrucción de meteorología al currículo de Artillería elevó la consistencia de los procesos de preparación técnica, ejecución y evaluación del impacto, alineando la formación con estándares doctrinales de apoyo de fuegos (United States Army, 2025). Asimismo, la adaptación de contenidos a las condiciones climáticas de la costa central del país favoreció decisiones de tiro más robustas frente a brisas locales, inversiones térmicas y gradientes de presión típicos del entorno limeño (SENAMHI, 2021).

En consecuencia, la introducción planificada de módulos teóricos y prácticos sobre observación, registro, análisis y aplicación de datos del tiempo operacional se planteó como una respuesta formativa a un vacío histórico en la instrucción, orientada a consolidar la seguridad, eficacia y disciplina de fuego de los cadetes de Artillería (World Meteorological Organization, 2023). Esta justificación académica y profesional, anclada en guías técnicas y doctrina de artillería, sostuvo el valor estratégico de la educación meteorológica para la precisión y la ética del empleo de la potencia de fuego en escenarios reales (U.S. Marine Corps, 2017).

El esquema de este estudio consta de cinco capítulos principales, que se desarrollan sistemáticamente en la siguiente secuencia:

El Capítulo I, denominado Planteamiento del problema, aborda la descripción problemática que existen con instrucción de meteorología con el objetivo de incidir en desempeño del tiro de los cadetes de Artillería. Además, se da la delimitación de la investigación, identificar y articular los siguientes problemas y objetivos: generales y específicos, justificación, importancia y limitaciones del estudio.

En el desarrollo del Capítulo II es el Marco Teórico, se constató que los estudios relacionados con este tema formaron los antecedentes internacionales y nacionales. Por lo tanto, se apoya en una base teórica para transformaciones de dimensiones correspondientes y

también en un marco conceptual. Para este estudio se construyeron hipótesis generales y específicas, detallando el funcionamiento de las variables.

En el Capítulo III, conocido como Marco de Metodológico, se determinó que el diseño de este estudio sería descriptivo y correlativo. Además, se determinaron el tamaño de la muestra, las técnicas de recolección y procesamiento de datos.

El Capítulo IV versa sobre los resultados, dando detalles sobre el análisis descriptivo tratándose sobre la interpretación de los resultados estadísticos adjuntando las tablas y figuras correspondientes. Y sobre el análisis inferencial con la comprobación de las hipótesis, existe una relación significativa entre las variables del análisis.

El Capítulo V trata sobre la discusión de los resultados, contrastándolo con trabajos semejantes y comparándolos con el presente estudio.

Por Ultimo, se elaboraron conclusiones alineadas con los objetivos y evidencia presentada, y se formularon recomendaciones aplicables al currículo, a la práctica supervisada y a la aplicación operacional. Se propusieron líneas de acción para fortalecer la instrucción, estandarizar procedimientos y consolidar mecanismos de evaluación continua. Asimismo, se sugirieron futuras investigaciones que ampliaran el alcance muestral y profundizaran en variables de control relevantes para la precisión del tiro.

## **CAPÍTULO I.**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción problemática**

La artillería contemporánea dependió de la corrección meteorológica porque el viento, la temperatura y la presión alteraron de modo medible el alcance y la deriva; en ensayos recientes se observaron diferencias de alcance de hasta 10,7% al sustituir datos observados por mensajes estándar y derivas cercanas a 200 m por cada 10 m/s de viento cruzado, evidenciándose el peso del “met” en la exactitud del tiro (Aly, 2025). A nivel doctrinal, las operaciones de apoyo de fuegos se sostuvieron en requisitos que incluyeron datos meteorológicos para el cálculo preciso y la obtención de primeros impactos, por lo que la ausencia de formación estructurada en estos contenidos incrementó la incertidumbre táctica en distintos teatros (U.S. Army, 2024).

Organizaciones y estándares internacionales definieron formatos y modelos de referencia (como METCM y METB3) y su relación con la atmósfera estándar para asegurar compatibilidad y trazabilidad de correcciones balísticas en fuerzas multinacionales, constatándose que la calidad y la conversión de mensajes influyeron en las soluciones de tiro (Šilinger, 2018). La doctrina de meteorología de artillería especificó tácticas y procedimientos para observación, sondeos y empleo de productos “met”, subrayando que la capacitación del personal resultó crítica para transformar mediciones atmosféricas en correcciones aplicables durante el proceso de tiro (U.S. Marine Corps, 2017).

En este marco, la instrucción de meteorología constituyó una necesidad formativa porque la estandarización de instrumentos, la calidad de las observaciones y la trazabilidad de las mediciones se vincularon con decisiones seguras y reproducibles, tal como lo establecieron las guías actualizadas sobre instrumentos y métodos de observación (World Meteorological Organization, 2023). Además, la preparación meteorológica de unidades de artillería se fortaleció con enfoques de datos oportunos y sistemas de apoyo al conocimiento desarrollados ante conflictos recientes, lo que confirmó que la carencia de entrenamiento en “met balístico” se tradujo en pérdidas de precisión y eficacia (Ivan et al, 2023).

La precisión de tiros se entendió como la concordancia entre el punto de impacto y el punto visado, y se operacionalizó a lo largo de la preparación técnica, la ejecución y la

evaluación del impacto; las publicaciones de fuego de apoyo exigieron integrar correcciones por viento, temperatura, presión y humedad en cada fase para reducir la dispersión y aumentar la probabilidad de primer golpe (U.S. Army, 2024). En la práctica, los ejércitos emplearon sistemas meteorológicos dedicados (como Profiler) porque el “met” fue uno de los cinco requisitos para el tiro previsto exacto, observándose mejoras de la exactitud cuando se dispuso de perfiles atmosféricos representativos del volumen de tiro (U.S. Army, 2024).

La traslación de esta problemática al contexto costero del Pacífico sudamericano mostró que la variabilidad térmica y las brisas locales de Lima modificaron gradientes de temperatura y humedad que afectaron densidad del aire y, por tanto, el comportamiento balístico, lo cual justificó la incorporación de contenidos “met” en la formación de artilleros (SENAMHI, 2025). Paralelamente, evidencias nacionales reportaron relaciones significativas entre sistemas meteorológicos y la eficacia de los tiros en lanzadores múltiples, reforzándose que la calidad y oportunidad del dato atmosférico se asociaron con mejoras en el rendimiento de fuego (Mendoza Gómez Sánchez, 2024).

En consecuencia, el problema de investigación se sostuvo en que la falta de instrucción sistemática en meteorología limitó la capacidad de los cadetes para observar, registrar, analizar y aplicar correcciones, traducándose en dispersiones y ajustes tardíos que redujeron la precisión operacional, como ya se había discutido en antecedentes locales sobre calidad de datos y desempeño de tiro (Barreda Vargas et al, 2018). Este estudio abordó dicha brecha en la EMCH “CFB” durante 2025 al plantear la relación entre la instrucción de meteorología y la precisión del tiro en cadetes de Artillería, situando la descripción problemática en el propio planteamiento del problema de la tesis para orientar la intervención formativa propuesta.

En el Perú se observaron condiciones atmosféricas que afectaron de forma tangible la toma de decisiones tácticas: en Lima centro y este se registraron 15 días cálidos en La Molina y 11 en Jesús María durante noviembre de 2024, con humedades promedio de 94–95% y picos de 98–97%, además de vientos predominantes del suroeste y oeste entre 0,5 y 2 m/s, lo que configuró escenarios con densidad del aire elevada y brisas locales persistentes (SENAMHI, 2024). Estas condiciones se sumaron a una transición 2024–2025 con variabilidad oceánico-atmosférica documentada por el sistema ENFEN, que reportó fases neutrales con oscilaciones y anomalías en TSM en las regiones Niño 3.4 y 1+2, reforzando la necesidad de incorporar lectura y uso de información meteorológica actualizada para operaciones de precisión (SENAMHI, 2025).

La evolución reciente de sequías y humedad también mostró contrastes regionales que incidieron en visibilidad, estabilidad y propagación de ondas de choque: en febrero de 2024 SENAMHI informó, vía SINIA, condiciones de normales a húmedas en Lima y Junín frente a déficits en sectores altoandinos, con explicaciones vinculadas a flujos de viento débiles en niveles medios y redistribución de humedad, un cuadro que exigió observación y registro local para ajustar cálculos de tiro (SENAMHI, 2024). En meses adyacentes de 2024 se mantuvieron patrones en Lima con humedades promedio de 95–96%, días de llovizna aislada y vientos dominantes SW/W en el rango 0,5–2 m/s, ofreciendo frecuencias operativas útiles como insumo de corrección por viento y densidad en instrucción aplicada (SENAMHI, 2024).

En este contexto nacional, la variable “instrucción de meteorología” se sostuvo institucionalmente porque SENAMHI, como autoridad técnica del Estado, proveyó boletines mensuales específicos para Lima (Campo de Marte, Jorge Chávez, La Molina) destinados a apoyar decisiones públicas y privadas, insumos que la formación de cadetes pudo transformar en observación, registro y análisis aplicados a puntería y corrección (SENAMHI, 2025). A nivel de gestión del riesgo, CENEPRED promovió capacidades para reducir vulnerabilidades frente a eventos hidrometeorológicos, marco que justificó incluir competencias meteorológicas operacionales (lectura de boletines, interpretación de viento/temperatura/presión/humedad y manejo instrumental) dentro de la malla formativa militar (CENEPRED, 2025).

Las evidencias académicas nacionales reforzaron la necesidad de tal instrucción: investigaciones de la EMCH abordaron el uso de herramientas tecnológicas para el cálculo de datos de tiro en cadetes de Artillería, destacando que la disponibilidad y procesamiento de datos ambientales pertinentes se integraron al adiestramiento técnico (Pérez & Vélchez, 2024). Asimismo, trabajos de posgrado en la ESGE analizaron la automatización de cálculos en el Agrupamiento de Artillería Bolognesi, poniendo en relieve la conexión entre calidad de entradas (incluidas condiciones meteorológicas) y eficiencia del apoyo de fuegos, lo que evidenció un vacío formativo cuando no existía capacitación meteorológica sistemática (Paredes, 2021).

En cuanto a la variable “precisión de tiros”, la problemática nacional se vinculó con la calidad de la preparación técnica, la ejecución y la evaluación del impacto: una tesis EMCH de 2023 sobre técnica de dirección y control de tiro en el GAC 2 documentó la relación entre la conducción del tiro y el uso de piezas, resaltando que procedimientos estandarizados y entradas confiables permitieron reducir ajustes tardíos y dispersiones (Villavicencio & Soto, 2023). De

forma complementaria, la Revista Científica de la ESGE difundió estudios sobre adaptación de procedimientos de tiro (morteros/artillería de campaña) que reportaron mejoras de precisión y rapidez cuando se fortaleció el control de tiro, evidenciando que la precisión dependió de insumos, cálculo y retroalimentación sistemática (ESGE, 2021).

Por ello, la descripción problemática en el Perú se sustentó en dos frentes convergentes: primero, la frecuencia de brisas dominantes SW/W, altos promedios de humedad y episodios térmicos en Lima que obligaron a formar competencias para observar, registrar y traducir “met” local en correcciones balísticas; segundo, la evidencia de que la precisión de tiro se incrementó cuando la técnica de dirección y control integró datos operacionales, procedimientos y evaluación del impacto, lo que reclamó institucionalizar la instrucción de meteorología en la formación artillera (SENAMHI, 2024). En síntesis, el carácter multifuente y operativo de los datos atmosféricos nacionales (boletines SENAMHI/ENFEN) y las lecciones de la investigación militar local (EMCH/ESGE) justificaron tratar ambas variables de forma articulada para disminuir incertidumbre y elevar la probabilidad de primer impacto (EMCH, 2025).

La instrucción de meteorología en la EMCH “CFB” se sustentó en una cultura institucional de calidad que priorizó la mejora continua y la articulación de procesos formativos, por lo que incorporar competencias sobre observación, registro, análisis y aplicación de datos atmosféricos se consideró coherente con los objetivos académicos y operativos de la Escuela. Al ubicarse en Lima (con boletines climatológicos que describieron brisas dominantes, alta humedad y variaciones térmicas entre sectores oeste, centro y este) la formación artillera requirió traducir esas condiciones locales en correcciones de tiro para reducir incertidumbre balística durante el adiestramiento (SENAMHI, 2025).

La evidencia académica generada en el propio repositorio institucional mostró que el entrenamiento de artillería se benefició cuando los sistemas de tiro y los procedimientos se alinearon con prácticas estandarizadas, mientras que los ejercicios de campaña evidenciaron la necesidad de entradas ambientales fiables que complementarían la técnica y la simulación (Vásquez & Zeña, 2020). En ese mismo sentido, la adopción de simuladores se propuso como apoyo a la doctrina y a la capacitación especializada, reforzando que una instrucción meteorológica explícita (acoplada a herramientas de modelado y perfiles locales del tiempo) fortaleció la toma de decisiones en el proceso de tiro (Rumiche Salinas, 2021).

La precisión de tiros en la EMCH “CFB” dependió de la preparación técnica, la ejecución y la evaluación del impacto, y se documentó con resultados cuantitativos: 69,9% de los cadetes evaluados mostraron nivel alto en técnica de dirección y control de tiro y uso de piezas, con una correlación de Spearman  $\rho=0,859$  ( $p=0,001$ ) en una muestra de 73 sobre una población de 90 (Villavicencio & Soto, 2023). De forma complementaria, otra investigación halló relación significativa entre TIC y eficacia de tiros con  $\rho=0,862$  en 59 cadetes de una muestra de 70, lo que reforzó que la integración de datos y procedimientos incrementó la exactitud y redujo ajustes tardíos (Rojas & Quenta, 2023).

Asimismo, se demostró que factores de soporte técnico-operativo incidieron en la exactitud: un estudio sobre mantenimiento de obuses vinculó la conservación y el protocolo técnico con la precisión de los tiros en el Grupo de Artillería de Campaña N.º 2 “CFB”, subrayando que fallas de alistamiento generaron dispersión y pérdida de eficacia (Navarro et al., 2016). Más recientemente, el empleo de herramientas tecnológicas para el cálculo de datos de tiro en 91 cadetes mostró correlación positiva alta con la formación militar ( $\rho=0,750$ ) y evidenció que sistemas de precisión, drones, realidad aumentada y control elevaron el desempeño cuando se integraron a la preparación y a la retroalimentación post-impacto (Pérez & Vílchez, 2024).

## **1.2. Delimitación de la investigación**

### ***1.2.1. Espacial***

La investigación se delimitó espacialmente al campus de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, en el distrito de Chorrillos, Lima, abarcando sus ambientes de instrucción, campos de entrenamiento y dependencias académicas que sirvieron de soporte para actividades teóricas, prácticas y evaluativas de cadetes de Artillería (EMCH, 2025). Asimismo, por su localización en la ciudad capital, se consideraron como marco climático de referencia los Boletines Climatológicos 2025 de la Estación Campo de Marte del SENAMHI (con registros de temperatura, humedad y viento representativos de Lima) para contextualizar la variable meteorológica en el entorno operativo de formación (SENAMHI, 2025).

### ***1.2.2. Temporal***

La delimitación temporal correspondió al año 2025, periodo durante el cual la EMCH condujo su ciclo académico y procesos formativos, iniciándose la admisión regular en enero y

desarrollándose las actividades de enseñanza-aprendizaje pertinentes a la formación artillera, lo que acotó la recolección de información y el análisis a ese horizonte anual (EMCH, 2025). En el mismo intervalo, la Comisión Multisectorial ENFEN mantuvo el estado “No Activo” del sistema de alerta costero con predominio de condiciones neutras, estableciendo un telón de fondo oceánico-atmosférico sin eventos extremos que facilitó la interpretación comparada de los resultados (ENFEN, 2025).

### ***1.2.3. Teórica***

La delimitación teórica se sustentó, para la variable “Instrucción de meteorología”, en las directrices de la Organización Meteorológica Mundial sobre medición, aseguramiento de la calidad y trazabilidad de observaciones operativas (base para la enseñanza de viento, temperatura, presión y humedad con fines aplicativos en tiro) que orientaron los contenidos, procedimientos y criterios de competencia evaluados (World Meteorological Organization, 2023). Para la variable “Precisión de tiros”, se adoptaron fundamentos de dirección y control de tiro y de evaluación del impacto, tomándose como referentes empíricos investigaciones correlacionales en la EMCH que reportaron asociación alta entre la técnica de dirección/control y el uso de piezas, lo que definió los indicadores de preparación, ejecución y retroalimentación post-impacto (Villavicencio & Soto, 2023).

## **1.3. Formulación del problema**

### ***1.3.1. Problema general***

¿Cuál es la relación que existe entre la instrucción de meteorología y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025?

### ***1.3.2. Problemas específicos***

¿Cuál es la relación que existe entre la formación teórica y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025?

¿Cuál es la relación que existe entre la formación práctica y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025?

¿Cuál es la relación que existe entre la aplicación operacional y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025?

## **1.4. Objetivos de la investigación**

### ***1.4.1. Objetivo general***

Determinar la relación que existe entre la instrucción de meteorología y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

### ***1.4.2. Objetivos específicos***

Determinar la relación que existe entre la formación teórica y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

Determinar la relación que existe entre la formación práctica y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

Determinar la relación que existe entre la aplicación operacional y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

## **1.5. Justificación e importancia de la investigación**

### ***1.5.1. Justificación teórica***

Teóricamente, esta investigación se justificó porque la exactitud del fuego indirecto dependió de la conversión de observaciones meteorológicas de calidad en correcciones balísticas aplicables (viento en altura y superficie, temperatura del aire y del propelente, presión y humedad), contenidos que, conforme a las guías vigentes de instrumentación y métodos de observación, exigieron estándares de medición, aseguramiento de la calidad y trazabilidad que fueron enseñables y evaluables en currículos militares (World Meteorological Organization, 2023). Asimismo, la doctrina de artillería estableció que la información meteorológica precisa fue uno de los requisitos para el tiro previsto exacto, de modo que integrar instrucción de meteorología fortaleció causalmente el razonamiento gunnery y, por derivación, la probabilidad de primer impacto y la reducción de la dispersión, enmarcando conceptualmente la relación con la precisión de tiros (U.S. Army, 2024).

### ***1.5.2. Justificación metodológica***

Metodológicamente, se justificó el enfoque cuantitativo de tipo básico, diseño no experimental y alcance descriptivo-correlacional porque se describieron conductas y percepciones de los cadetes sobre contenidos meteorológicos y desempeño de tiro sin manipular variables, y se

examinó su asociación en un solo corte temporal con un sistema de medición estandarizado, lo cual fue congruente con la taxonomía de diseños correlacionales propuesta para investigaciones aplicadas en ciencias del comportamiento (Ato et al., 2013). Del mismo modo, el uso de la correlación de Spearman resultó pertinente para datos derivados de escalas Likert al estimar relaciones monótonas entre variables ordinales, evitando supuestos de normalidad y linealidad que hubieran comprometido la validez inferencial en este contexto militar (Hauke & Kossowski, 2011).

### ***1.5.3. Justificación práctica***

Prácticamente, la investigación se justificó en el entorno operativo de la EMCH “CFB”, situada en Lima, donde los boletines climatológicos mensuales registraron temperaturas, humedades y vientos representativos de Lima centro y sectores colindantes, de uso directo para decisiones de adiestramiento, de tal modo que formalizar la instrucción de meteorología permitió transformar esos reportes oficiales en observación, registro, análisis y correcciones durante el proceso de tiro (SENAMHI, 2025). En paralelo, antecedentes empíricos de la propia Escuela evidenciaron relaciones positivas altas entre el empleo de herramientas para el cálculo de datos de tiro y la formación militar (por ejemplo,  $Rho=0,750$  en una muestra censal de 91 cadetes), lo que indicó que fortalecer la cadena de insumos técnicos, incluyendo el componente meteorológico, tuvo impacto sobre la precisión y la capacitación operativa (Pérez & Vílchez, 2024).

### ***1.5.4. Importancia de la investigación***

La investigación fue importante porque fortaleció el cumplimiento de los requisitos doctrinarios para el “tiro previsto exacto”, al traducir datos de viento, temperatura, presión y humedad en correcciones balísticas enseñables a cadetes, incrementándose la probabilidad de primer impacto y reduciéndose la dispersión en fuego indirecto (U.S. Army, 2024). A la vez, aseguró que dichas mediciones se apoyaran en estándares internacionales de calidad y trazabilidad observacional, habilitando competencias curriculares sobre instrumentos, métodos y aseguramiento meteorológico que hicieron replicables las decisiones de tiro en la EMCH “CFB” (World Meteorological Organization, 2023).

La importancia también radicó en que el país dispuso de boletines climatológicos oficiales para Lima (con series de temperatura, humedad y viento en Campo de Marte, Jorge Chávez y La Molina) que sirvieron para la toma de decisiones y podían integrarse de forma

inmediata a la instrucción aplicada de artillería (SENAMHI, 2025). En 2025, ENFEN mantuvo comunicados sobre un trasfondo oceánico-atmosférico tendiente a condiciones neutras, lo que proporcionó un contexto operativo estable para evaluar con mayor claridad la relación entre instrucción meteorológica y precisión de tiro (ENFEN, 2025).

Finalmente, la investigación fue relevante para la mejora continua institucional porque los antecedentes de la propia EMCH evidenciaron relaciones altas entre la técnica de dirección y control de tiro y el uso de piezas en el GAC 2, subrayándose que la estandarización de procedimientos impactó positivamente en la exactitud (Villavicencio & Soto, 2023). Asimismo, estudios previos mostraron que el mantenimiento de obuses se asoció con la precisión en ejercicios de tiro, por lo que añadir un componente sistemático de instrucción meteorológica completó la cadena de insumos técnicos que sostuvieron el desempeño de los cadetes (Navarro et al., 2016).

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

La falta de tiempo condicionó el trabajo de campo porque el calendario académico y las actividades de instrucción redujeron las ventanas para aplicar el cuestionario y consolidar bases de datos; se mitigó priorizando los objetivos medulares, depurando ítems redundantes, y organizando la recolección en franjas breves al cierre de jornadas, con apoyo de los instructores para asegurar la disponibilidad de las secciones. Además, se utilizó un formulario digital para acelerar el diligenciamiento, se realizó un piloto para ajustar redacción y tiempos, y se ejecutó una tabulación concurrente (limpieza y codificación mientras continuaba la aplicación) que permitió entregar bases consolidadas en plazos acotados; finalmente, se estableció un cronograma intensivo con tareas paralelas de validación y análisis descriptivo-correlacional para no comprometer la calidad inferencial.

La información limitada restringió el detalle de algunos registros operativos y series meteorológicas específicas del campo de instrucción; se respondió triangulando fuentes disponibles (cuestionarios de cadetes, partes de instrucción y reportes oficiales), recuperando hojas de tiro y consolidando observaciones atmosféricas básicas de referencia para el periodo de estudio. Asimismo, se documentó de manera explícita el criterio de inclusión y exclusión de datos, se aplicaron verificaciones con juicio experto (instructores de artillería) para robustecer la validez de contenido, y se ejecutó un plan de manejo de datos faltantes no críticos mediante imputaciones simples y análisis de sensibilidad que no alteraron las tendencias

centrales; en paralelo, se reforzó la delimitación teórica y operativa para evitar sobreinferencias y se transparentaron los posibles sesgos asociados a cobertura y precisión de las fuentes.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Tejero (2025), en su tesis de Maestría: “Influencia de la meteorología adversa en las operaciones aéreas”, realizado en la Universidad Europea de Madrid, Madrid – España. Objetivo: se analizó el impacto de los fenómenos meteorológicos adversos en la seguridad operacional de la aviación, identificando patrones comunes y factores contribuyentes para proponer mejoras. Metodología: se adoptó un enfoque cualitativo y descriptivo, con una revisión normativa y técnica, y un análisis documental de accidentes; además, se efectuó un tratamiento descriptivo de una base de datos de sucesos aeronáuticos. Población y muestra: la población correspondió a 1 820 accidentes clasificados como “weather” registrados entre 1990 y febrero de 2025; la muestra estuvo integrada por diez accidentes catastróficos y representativos, seleccionados por severidad, relevancia operativa y disponibilidad de informes técnicos verificables. Técnica e instrumento de recolección de datos: se empleó revisión documental y análisis de casos a partir del portal Aviation Safety Network y de informes oficiales de investigación de accidentes emitidos por autoridades aeronáuticas. Resultados (cuantitativos): la turbulencia fue el fenómeno más recurrente (839 casos  $\approx$ 46,1%), seguida de la cizalladura (234  $\approx$ 12,9%), el engelamiento (232  $\approx$ 12,7%) y la baja visibilidad (131  $\approx$ 7,2%); los eventos con víctimas se concentraron especialmente en engelamiento (113) y baja visibilidad (61), además de cizalladura (69) y tormenta (25). Conclusiones: la meteorología adversa siguió siendo un factor crítico; los fenómenos más peligrosos no siempre fueron los más frecuentes (destacaron engelamiento y cizalladura); el componente humano resultó determinante; el cambio climático modificó patrones de riesgo (p. ej., turbulencia en aire claro); y se plantearon mejoras tecnológicas y de CRM integrando información meteorológica predictiva (LIDAR Doppler e IA).

Yuste (2023), en su tesis de Maestría: “Impacto de la meteorología en la operativa aeroportuaria. Análisis en el Aeropuerto de Bilbao”, realizado en la Universidad Europea de Madrid, Madrid – España. Objetivo: se analizó la influencia de las condiciones meteorológicas locales en las operaciones del aeropuerto, evaluando la necesidad de modelos que incorporaran

la variabilidad climática y su relación con retrasos y número de operaciones. Metodología: se desarrolló un estudio cuantitativo y descriptivo-analítico en tres etapas (perfiles meteorológicos IFR/VFR, desempeño operativo y relación entre ambos), aplicando reglas de vuelo y umbrales de visibilidad/techo de nubes a series METAR horarias y calculando retrasos medios por operación a nivel mensual y anual. Población y muestra: la población correspondió a todas las operaciones del Aeropuerto de Bilbao en 2022 y a los reportes METAR horarios de los 365 días; la muestra abarcó la totalidad de datos disponibles, con 39 238 operaciones comerciales procesadas. Técnica e instrumento de recolección de datos: se empleó análisis documental y de series temporales con extracción de METAR (visibilidad y techo de nubes) desde metar-taf.com y con el informe oficial de operaciones del aeropuerto (fecha, hora real y programada, tipo de movimiento y pista). Resultados (cuantitativos): el 79,6 % de las horas operativas se operó bajo condiciones VFR y el 20,4 % en IFR; el retraso medio anual por operación fue de 9,4 minutos. Además, se observó relación positiva entre mayor porcentaje mensual de IFR y aumentos del retraso medio, especialmente en meses de verano, modulada por la carga de operaciones. Conclusiones: se justificó complementar el Plan Director con modelos locales que capturen la variabilidad climática; los máximos de retraso (>60 min) coincidieron con condiciones adversas o transiciones VFR/IFR y, en ciertos casos, con cancelaciones.

Caal (2022), en su tesis de Licenciatura: “Los métodos de identificación de las armas de fuego y las formas más comunes de alteración balística”, realizado en la Universidad Rafael Landívar, San Juan Chamelco, Alta Verapaz – Guatemala. El estudio tuvo por objetivo describir y analizar los métodos de identificación de armas de fuego y las alteraciones más frecuentes en el contexto guatemalteco, así como documentar las prácticas de procesamiento de escenas del crimen para indicios balísticos. Se desarrolló bajo un enfoque predominantemente cualitativo, de tipo documental de campo, pues combinó revisión bibliográfica con trabajo empírico mediante entrevistas a especialistas. La población estuvo constituida por profesionales vinculados al procesamiento de escenas e identificación balística, y la muestra fue intencional y pequeña: dos Técnicos de Escena del Crimen y un Médico Forense (n=3). La técnica de recolección de datos fue la entrevista y el instrumento correspondió a una guía de entrevista incluida en anexos. Entre los resultados cualitativos, se evidenció consenso total de los informantes en que las modificaciones de armas eran prácticas comunes para evadir la identificación; señalaron como vía central de verificación la observación del ánima (lisa, poligonal o estriada) y el uso de microscopía comparativa; recomendaron fortalecer presupuesto y capacitación del laboratorio balístico del INACIF; y

advirtieron que las alteraciones en el cañón podían afectar conclusiones periciales y hasta la validez probatoria. En las conclusiones se estableció la relevancia de la balística identificativa para atribuir armas a hechos delictivos mediante huellas en proyectiles y casquillos, la singularidad de las estrías como “impresiones” del arma y la debilidad del registro de armas en Guatemala, que dificulta su identificación posterior cuando además existen modificaciones que alteran la huella balística.

Marchant (2021), en su tesis de Licenciatura: “Propuesta metodológica para mejorar la técnica de tiro y carrera en la prueba tiro-carrera de pentatlón moderno en el grupo selección nacional chilena”, realizado en la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Santiago – Chile. Objetivo: se propuso optimizar la ejecución integrada de tiro con pistola láser y carrera (laser-run) en pentatletas de la selección nacional, con miras al ciclo competitivo asociado a Tokio 2021, precisando componentes técnicos prioritarios y pautas de intervención. Metodología: se desarrolló un estudio de carácter propositivo y aplicado, sustentado en revisión documental y en el diseño de una propuesta de entrenamiento específica para la prueba combinada, estructurada en fases y orientaciones técnico-metodológicas. Población y muestra: la población objetivo estuvo constituida por los integrantes de la selección nacional chilena de pentatlón moderno; la propuesta se dirigió a ese colectivo, sin plantearse un muestreo estadístico inferencial, por tratarse de un trabajo de diseño metodológico. Técnica e instrumento de recolección de datos: se trabajó con análisis documental de fuentes técnico-reglamentarias y literatura especializada para fundamentar la propuesta y organizar criterios, tareas y progresiones. Resultados (cualitativos): se sistematizó una propuesta que priorizó la estabilidad del gesto de tiro bajo fatiga, la economía de carrera y la transición tiro-carrera, con lineamientos sobre organización de tareas, control de cargas y criterios de evaluación técnica para su implementación en contexto de selección nacional. Conclusiones: se estableció que una planificación específica e integrada para el laser-run, basada en progresiones técnico-metodológicas y control del esfuerzo, constituía una vía viable para mejorar la consistencia del tiro y la eficiencia de carrera en pentatletas de alto rendimiento, recomendándose su adopción y ajuste continuo por ciclo competitivo.

Rodríguez (2020), en su tesis de Licenciatura: “La dificultad del tiro en la sección de morteros del BCZM: Estudio sobre la implementación del fuego automatizado”, realizado en la Universidad de Zaragoza, Zaragoza – España. Objetivo: se pretendió resolver la dificultad operativa del tiro manual de morteros proponiendo medios que superaran a los utilizados por

la unidad y a los previstos por plantilla, con capacidad para responder a las necesidades de las unidades de montaña. Metodología: se desarrolló un estudio aplicado y descriptivo sustentado en un estado del arte (consulta a expertos, revisión de revistas y fichas técnicas), seguido de encuestas al personal de morteros, técnicas de valoración de riesgos, análisis AMFE, análisis DAFO, sesiones de “brainstorming” y una metodología de toma de decisiones para seleccionar la mejor solución. Población y muestra: la población correspondió al personal de la Sección de Morteros Medios del Batallón de Cazadores de Montaña “Montejurra” (BCZM) y la muestra estuvo conformada por integrantes de dicha sección durante las prácticas externas (tamaño no declarado). Técnica e instrumento de recolección de datos: se empleó la técnica de encuesta con cuestionario ad hoc y matrices/hojas de trabajo para la tabla de riesgos, AMFE y DAFO, complementadas con análisis documental y comparativo de soluciones. Resultados (cualitativos): se identificaron problemas del tiro manual (lentitud, menor precisión, pérdida de seguridad y dificultosa continuidad), se compararon sistemas de fuego automático embarcado y se justificó la idoneidad del sistema ALAKRAN para el entorno de montaña, proponiéndose además una nueva orgánica de sección y requisitos de medios. Conclusiones: la automatización del fuego se estableció como necesaria para las unidades de montaña; la solución propuesta (vehículo portamorteros/sistema mortero embarcado) permitió mejorar eficiencia, precisión y seguridad frente al empleo manual, alineándose con las capacidades requeridas por el Ejército de Tierra.

### ***2.1.2. Antecedentes nacionales***

Mendoza (2024), en su tesis de Maestría: “Sistemas meteorológicos y eficacia de tiro del lanzador múltiple en el Grupo de Artillería de Campaña N.º 2, 2024”, realizado en la Escuela Superior de Guerra del Ejército – Escuela de Postgrado, Chorrillos, Lima – Perú. Objetivo: se determinó la relación entre los sistemas meteorológicos (viento, temperatura, densidad y presión) y la eficacia de tiro del lanzador múltiple 90B en el GAC N.º 2. Metodología: el estudio tuvo enfoque cuantitativo, fue aplicado, de nivel descriptivo–correlacional, con diseño no experimental transversal y método hipotético–deductivo. Población y muestra: la población institucional comprendió 326 efectivos del GAC N.º 2 y la muestra no probabilística por conveniencia incluyó 26 participantes (oficiales, técnicos, suboficiales y tropa). Técnica e instrumento de recolección de datos: se aplicó encuesta mediante dos cuestionarios tipo Likert (1–5); uno de 25 ítems para sistemas meteorológicos y otro de 10 ítems para eficacia de los tiros; la validez por expertos promedió 94% y la

confiabilidad alcanzó  $\alpha=0.825$  (35 ítems). Resultados (cuantitativos): en viento, el 44% respondió “definitivamente sí” y el 36% “probablemente sí” sobre su influencia en la trayectoria; en otra pregunta, 40% y 32% respectivamente confirmaron variación con la altura; respecto a presión en cálculos, 56% señaló “definitivamente sí” y 28% “probablemente sí”. En las pruebas de hipótesis chi-cuadrado se obtuvo significación para la hipótesis general ( $p=0.045$ ) y para viento ( $p=0.032$ ), densidad ( $p=0.021$ ) y presión ( $p=0.039$ ); temperatura no resultó significativa ( $p=0.058$ ). Conclusiones: se estableció que incorporar y actualizar sistemas meteorológicos en la planificación y ejecución del tiro mejoró la precisión y la eficacia operativa del lanzador múltiple.

Cuellar y Baños (2022), en su tesis de Licenciatura: “Optimización en la instrucción de batería en el fuego y las prácticas de tiro de artillería de campaña en la Escuela Militar de Chorrillos ‘Coronel Francisco Bolognesi’, 2022”, realizado en la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, Lima – Perú. Objetivo: determinó en qué medida la optimización de la instrucción de batería en el fuego se relacionó con las prácticas de tiro de artillería de campaña. Metodología: asumió enfoque cuantitativo, tipo descriptivo, método hipotético-deductivo y diseño no experimental, transversal. Población y muestra: la población estuvo integrada por 104 cadetes del arma de Artillería y la muestra se calculó en 83 cadetes mediante muestreo aleatorio simple. Técnica e instrumento de recolección de datos: empleó encuesta y cuestionario de 17 ítems con escala Likert de cinco alternativas; la validez se estableció por juicio de tres expertos y la confiabilidad se estimó con alfa de Cronbach = 0.865 tras una prueba piloto con 34 participantes. Resultados (cuantitativos): 73.5% de los cadetes reportaron nivel alto en optimización de la instrucción y 84.3% nivel alto en práctica de tiro; por dimensiones, ocupación nocturna 73.5%, puntería recíproca 71.1% y puestos en dirección por GPS 74.7% en nivel alto. La normalidad se rechazó (Shapiro-Wilk  $p < .001$ ). En las pruebas de hipótesis con Rho de Spearman se hallaron asociaciones positivas y significativas: general  $\rho = 0.820$ ,  $p < .001$ ; ocupación nocturna  $\rho = 0.721$ ,  $p < .001$ ; puntería recíproca  $\rho = 0.654$ ,  $p < .001$ ; GPS  $\rho = 0.734$ ,  $p < .001$ . Conclusiones: se concluyó relación significativa alta entre optimización de la instrucción (ocupación nocturna, puntería recíproca y GPS) y prácticas de tiro, favoreciendo una ejecución eficaz en la formación de cadetes artilleros.

Caballero y Carrasco (2022), en su tesis de Licenciatura: “Entrenamiento de tiro con arma de corto alcance y la formación militar de los cadetes de la Escuela Militar de Chorrillos ‘Coronel Francisco Bolognesi’ 2022”, realizado en la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel

Francisco Bolognesi”, Lima – Perú. El objetivo planteado fue determinar la relación que existió entre el entrenamiento de tiro con arma de corto alcance y la formación militar de los cadetes. La metodología se desarrolló con enfoque cuantitativo, tipo de investigación básico, método hipotético-deductivo, alcance descriptivo-correlacional y diseño no experimental de corte transversal. La población estuvo conformada por 1340 cadetes y la muestra fue probabilística aleatoria de 299 cadetes. La técnica de recolección de datos fue la encuesta y el instrumento un cuestionario tipo Likert (1–5), con validez por juicio de expertos y alta confiabilidad ( $\alpha=0.968$  para V1;  $\alpha=0.970$  para V2). Los resultados descriptivos mostraron que 84.28% de los cadetes presentaron nivel alto en el entrenamiento de tiro (V1) y 69.23% alcanzaron nivel alto en formación militar (V2). En el análisis inferencial, la prueba de normalidad indicó distribución no normal y se aplicó la correlación de Spearman; para la hipótesis general se obtuvo  $\rho=0.758$  con significancia  $p=0.000$ , evidenciándose una correlación positiva alta; asimismo, las hipótesis específicas mostraron correlaciones altas o moderadas entre dimensiones del entrenamiento (características, técnicas y prácticas) y la formación militar ( $\rho=0.794$ ;  $\rho=0.634$ ;  $\rho=0.707$ ;  $p=0.000$ ). En conclusión, se estableció que el mayor nivel de entrenamiento de tiro con arma de corto alcance se asoció de manera directa y significativa con mejores niveles de formación militar en los cadetes evaluados.

Paredes (2021), en su tesis de Maestría: “La automatización de los cálculos de tiro en el Agrupamiento de Artillería Bolognesi”, realizado en la Escuela Superior de Guerra del Ejército – Escuela de Postgrado, Chorrillos, Lima – Perú. Objetivo: se desarrolló un software para automatizar los cálculos de tiro y, específicamente, se diseñó, construyó y probó la herramienta con el fin de mejorar la eficiencia del apoyo de fuegos en operaciones militares. Metodología: se trabajó con un enfoque tecnológico en una investigación aplicada de diseño experimental; para el desarrollo se emplearon Microsoft Visual Studio y el lenguaje C#. Población y muestra: la población correspondió a los Grupos de Artillería de Campaña del Agrupamiento de Artillería Bolognesi, y la muestra fue no probabilística e intencional, incluyendo los GAC con cañón M-46 de 130 mm (GAC 122 y GAC 123) que no estaban automatizados. Técnica e instrumento de recolección de datos: se realizaron pruebas doctrinales comparativas para contrastar resultados manuales versus los del software y, adicionalmente, se encuestó a oficiales de artillería usuarios de la aplicación “PaOt”. Resultados (cuantitativos): el software redujo de modo muy considerable los tiempos de cálculo, pasando de procesos manuales de 20 minutos a procesos automatizados de 1 minuto, lo que representó una reducción del 95% y un impacto directo en el tiempo y calidad de

respuesta del apoyo de fuegos. Conclusiones: se comprobó que la automatización con “PaOt” permitió alcanzar el objetivo general, redujo significativamente los tiempos en la Central de Tiro del Agrupamiento, disminuyó riesgos de errores humanos y volvió más efectivo el apoyo de fuegos a la Fuerza Terrestre en operaciones, estableciéndose como solución viable para modernizar procedimientos de cálculo.

Solis y Usueta (2020), en su tesis de Licenciatura: “Indicadores de eficiencia en la práctica de tiro y la calificación del rendimiento táctico de los cadetes del arma de infantería de la Escuela Militar de Chorrillos ‘Coronel Francisco Bolognesi’ 2020”, realizado en la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, Lima – Perú. Objetivo: se determinó que los indicadores de eficiencia de la práctica de tiro (precisión y exactitud) mejoraron la calificación del rendimiento táctico del cadete. Metodología: el estudio asumió enfoque cuantitativo, nivel básico descriptivo–correlacional, diseño no experimental transversal y método deductivo; los datos se procesaron en Excel y SPSS 22. Población y muestra: la población estuvo conformada por 310 cadetes de Infantería (20–26 años); se calculó una muestra  $n=30$ , seleccionada aleatoriamente y distribuida en proporción igual por 2.º, 3.º y 4.º año. Técnica e instrumento de recolección de datos: se aplicó una encuesta de 5 ítems y, además, se utilizó un modelo de blanco donde cada cadete marcó los impactos de una ronda de 10 disparos; luego se asignaron coordenadas cartesianas a los impactos para estimar error (exactitud) y radio medio (precisión). La validez se estableció por tres jueces expertos. Resultados (cuantitativos): el 53,3 % se mostró a favor de incluir precisión y exactitud en la escala; el 46,7 % reportó afectación por actividades previas (marcha). El puntaje actual tuvo media de 42 puntos y distribución no normal. Con el puntaje vigente no se hallaron correlaciones significativas con exactitud ( $r=-0.120$ ;  $p=0.526$ ) ni precisión ( $r=-0.215$ ;  $p=0.255$ ); al ponderar 50 % probabilidad de acierto y 50 % probabilidad de impacto, la correlación global fue fuerte ( $r=-0.956$ ;  $p=0.000$ ), y también por precisión ( $r=-0.897$ ;  $p=0.000$ ) y exactitud ( $r=-0.943$ ;  $p=0.000$ ). Conclusiones: la inclusión de precisión y exactitud ponderadas mejoró significativamente la objetividad de la calificación del rendimiento táctico.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. *Variable 1: Instrucción de meteorología*

#### **Definición**

La instrucción de meteorología se entendió como el proceso formativo, estructurado y sistemático mediante el cual el personal adquirió conocimientos, habilidades y actitudes para observar, medir, asegurar la calidad y emplear variables atmosféricas (viento, temperatura, presión y humedad) con base en estándares internacionales de instrumentación y métodos de observación (World Meteorological Organization, 2023). Este proceso incluyó la comprensión de principios físicos, el manejo de equipos y la aplicación de procedimientos de aseguramiento metrológico para generar datos trazables y comparables que respaldaron decisiones operativas en entornos donde el clima condicionó la seguridad y la eficacia de las misiones (World Meteorological Organization, 2023).

En ámbitos militares, la instrucción de meteorología se concibió como la capacitación que convirtió observaciones atmosféricas oportunas en correcciones aplicables a la planificación y conducción del fuego indirecto, fortaleciendo la preparación del personal para integrar “MET” en la estimación de primeras rondas sobre el blanco, en la predicción de deriva y en la preparación del campo de batalla (United States Marine Corps, 2016). A nivel doctrinario, se operó con mensajes y tablas meteorológicas (incluidos formatos balísticos) que exigieron que el adiestramiento enseñara a producir, interpretar y emplear dichos productos de forma interoperable con la técnica de dirección y control de tiro (U.S. Army, 2025).

Operativamente, la instrucción abarcó tres ejes complementarios: formación teórica sobre la atmósfera y sus mediciones, formación práctica en observación y registro con instrumentos terrestres y de sondeo, y aplicación operacional para traducir perfiles de viento, temperatura y humedad en ajustes de puntería y en la evaluación posterior al impacto (World Meteorological Organization, 2023). Este enfoque curricular se apoyó en guías de gestión de la calidad y en la capacitación de especialistas en instrumentación, de modo que el entrenamiento aseguró competencias para instalar, calibrar, verificar y explotar sistemas de observación que alimentaron cálculos y decisiones tácticas reproducibles (World Meteorological Organization, 2023).

En el contexto nacional, la instrucción de meteorología se entendió además como la capacidad de transformar los boletines climatológicos oficiales en insumos operativos, aprovechando series de viento, temperatura y humedad de estaciones representativas de Lima para contextualizar cálculos y procedimientos durante el adiestramiento (SENAMHI, 2025). Asimismo, la evidencia académica local mostró que el empleo de sistemas y productos meteorológicos se asoció con mejoras de la eficacia del tiro, lo que reforzó la pertinencia de institucionalizar esta instrucción dentro de la formación de artillería (Mendoza Gómez Sánchez, 2024).

### **Teorías**

La teoría del aprendizaje significativo explicó que la instrucción de meteorología se fundamentó en activar y anclar los nuevos conceptos (viento, temperatura, presión, humedad y fenómenos) a los saberes previos de los cadetes para lograr comprensión estable y transferencia al tiro, favoreciendo el uso de mapas conceptuales para integrar variables atmosféricas con procedimientos de corrección balística (Novak, 2024). Este enfoque se apoyó en evidencia de revisión integrativa que promovió articular teoría y acción para que el estudiante se convirtiera en autor de su propio conocimiento, lo cual resultó idóneo para traducir datos meteorológicos en decisiones operativas durante el adiestramiento (Sousa et al., 2015).

La teoría del aprendizaje experiencial sostuvo que la instrucción de meteorología se organizó como un ciclo de experiencia concreta en campo (observación y medición), reflexión sobre resultados, conceptualización de principios atmosféricos y experimentación activa mediante ajustes de tiro, asegurando que cada fase fortaleciera la siguiente y cerrara brechas de desempeño (Kolb & Kolb, 2005). En esta perspectiva, el diseño de espacios de aprendizaje y la metacognición guiaron prácticas con instrumentos, análisis de perfiles de viento/temperatura y retroalimentación post-impacto, conectando la vivencia del cadete con marcos conceptuales que se aplicaron inmediatamente en la puntería y la evaluación del impacto (Kolb & Kolb, 2005).

El enfoque por competencias (respaldado por los marcos de cualificación y competencias de la Organización Meteorológica Mundial) estableció que la instrucción de meteorología se alineó con evidencias demostrables de desempeño: analizar y monitorear el tiempo, prever fenómenos relevantes, asegurar la calidad de la información y comunicarla eficazmente, requisitos que estructuraron contenidos, prácticas e indicadores de logro (World

Meteorological Organization, 2023). De manera complementaria, la estandarización de competencias para personal meteorológico aeronáutico, difundida en foros de la OACI, se empleó como referencia para perfilar resultados de aprendizaje y trazabilidad formativa en observación, pronóstico y servicios operacionales, facilitando el tránsito de la teoría a la aplicación en el proceso de tiro (ICAO, 2024).

Dimensión: Formación teórica; Formación práctica; Aplicación operacional.

### **Dimensión 1. Formación teórica**

La formación teórica se concibió como el proceso sistemático mediante el cual los cadetes adquirieron marcos conceptuales, categorías explicativas y lenguajes disciplinares que sustentaron el desempeño observable en la práctica, en coherencia con una visión curricular sistémica y holística orientada a resultados de aprendizaje transferibles al contexto operativo (UNESCO-IBE, 2025). Esta comprensión curricular se apoyó en la pertinencia contextual (selección y organización de contenidos conceptuales relevantes para el entorno donde se aplicaron) a fin de que el conocimiento abstracto se integrara de forma significativa con las demandas reales de la formación militar (UNESCO-IBE, 2025).

En el campo castrense, la formación teórica se entendió como el componente base del dominio institucional de la educación militar que proveyó el conocimiento fundamental antes de la ejercitación en unidades, al asegurar que el personal dominara principios, procedimientos y normas que luego se integraron en el adiestramiento operacional y el auto-desarrollo (Department of the Army, 2021). Esta capa de saberes conceptuales se articuló con el diseño de cursos, lecciones, resultados de aprendizaje y productos didácticos estandarizados, siguiendo guías doctrinarias que garantizaron la calidad y la coherencia de la enseñanza en las escuelas y centros de formación (TRADOC, 2021).

Aplicada a la instrucción de meteorología, la formación teórica se cimentó en estándares internacionales sobre observación y medición atmosférica (viento, temperatura, presión y humedad), calidad de datos y trazabilidad, de modo que los cadetes comprendieron los principios físicos y criterios de aseguramiento necesarios para producir y usar información confiable (World Meteorological Organization, 2023). Este andamiaje conceptual abarcó la estructura de los sistemas de observación, la gestión de calidad y los fundamentos que hicieron posible interpretar perfiles y mensajes meteorológicos que, más tarde, se tradujeron en decisiones de tiro (World Meteorological Organization, 2023).

Desde la perspectiva de competencias, la formación teórica se orientó a dotar los conocimientos de base que soportaron la demostración de desempeño en roles meteorológicos operativos, en línea con marcos de cualificación y competencia publicados para personal observador y pronosticador (World Meteorological Organization, 2023). De manera complementaria, los lineamientos difundidos en entornos OACI/WMO enfatizaron que la educación previa aportó el bagaje conceptual, pero la preparación total hacia la competencia requirió articular ese conocimiento con estándares y evaluación de capacidades, lo que justificó que la teoría se enseñara como prerrequisito explícito (ICAO, 2023).

La literatura académica sobre formación universitaria mostró, además, que la teoría cumplió un papel estructurante: organizó significados, dio criterio para interpretar la experiencia y sostuvo la transferencia del conocimiento a la acción profesional, reduciendo la brecha entre “saber que” y “saber cómo” cuando se planificó explícitamente su integración con prácticas guiadas (Iglesias Martínez et al., 2019). En ese marco, la formación teórica se trabajó como base para el razonamiento y la toma de decisiones en situaciones complejas, al fortalecer el pensamiento conceptual y epistémico que precedió y orientó la ejecución técnica (Correa-Arias, 2023).

Finalmente, repositorios institucionales y lineamientos de calidad educativa en la región respaldaron que la formación profesional exigió una base teórica robusta que habilitó desempeños específicos y verificables, resaltando que los programas describieron explícitamente la articulación entre contenidos conceptuales, resultados esperados y prácticas (ANEAES, 2024). Asimismo, tesis de acceso abierto documentaron que el perfeccionamiento de la práctica requirió una formación teórica previa que diera criterio, lenguaje técnico y capacidad de análisis para afrontar tareas especializadas, reforzando su valor como primer eslabón del aprendizaje aplicado (Sánchez Cajo, 2025).

## **Dimensión 2. Formación práctica**

La formación práctica se definió como el tramo del currículo en el que el cadete transformó saberes conceptuales en desempeño verificable mediante tareas auténticas, ciclos de experiencia–reflexión–conceptualización–experimentación y retroalimentación inmediata que cerró brechas de ejecución (Kolb & Kolb, 2005). En el enfoque de educación y formación técnico-profesional, esta formación se integró con el aprendizaje en el trabajo para desarrollar

competencias pertinentes al puesto y transferibles al contexto operativo, articulando resultados de aprendizaje, criterios de desempeño y evidencias observables (UNESCO-UNEVOC, 2023).

Aplicada a la meteorología, la formación práctica exigió observar y medir variables como viento, temperatura, presión y humedad con instrumentos normalizados, ejecutar calibraciones y verificaciones periódicas, y asegurar trazabilidad y control de calidad conforme a la Guía de Instrumentos y Métodos de Observación (World Meteorological Organization, 2023). Asimismo, se sostuvo en marcos de competencia que precisaron tareas, conocimientos y habilidades del personal para producir datos confiables y productos meteorológicos útiles a la toma de decisiones en operaciones (WMO, 2018).

En el entrenamiento militar, la formación práctica se operacionalizó mediante ejercicios en terreno, simulaciones, prácticas de puntería y revisiones posteriores a la acción (AAR), organizadas con progresión de dificultad y condiciones variables para consolidar habilidades bajo estrés (Department of the Army, 2021). Esta organización se alineó con la doctrina vigente, que estableció principios, procesos y métricas de proficiencia para conducir prácticas realistas y eficientes en tiempo y recursos, en coherencia con ADP 7-0 y FM 7-0 (U.S. Army, 2024).

Desde la evidencia sobre adquisición de expertise, la formación práctica se fundamentó en la práctica deliberada: actividades diseñadas específicamente para mejorar el rendimiento, con metas claras, retroalimentación inmediata y repetición focalizada, lo que explicó mejoras sostenidas más allá de la mera experiencia (Ericsson et al., 1993). En artillería, estudios recientes mostraron que los simuladores y modelos intensivos de práctica permitieron acelerar la asimilación técnica y la transferencia al desempeño, reforzando la utilidad de sesiones estructuradas y evaluadas para optimizar el aprendizaje operativo del cadete (Savchenko et al., 2023).

Finalmente, en entornos aeronáuticos y de apoyo al tiro, la formación práctica se cerró con evaluación de competencias y gestión de calidad del sistema de observación, integrando estándares, listas de verificación, prácticas de muestreo y calibración, así como la capacitación y certificación de especialistas en instrumentación (World Meteorological Organization, 2023). De forma complementaria, los manuales de formación y evaluación basadas en competencias en aviación proporcionaron metodologías para diseñar tareas, evidencias y criterios,

asegurando que la práctica respondiera a riesgos, contextos y responsabilidades reales del rol (ICAO, 2021).

### **Dimensión 3. Aplicación operacional**

La aplicación operacional se entendió como la fase en que los datos meteorológicos medidos y validados (viento, temperatura, presión y humedad) se tradujeron en decisiones de mando, cálculos y ajustes concretos dentro del proceso de tiro, garantizando trazabilidad y calidad conforme a los estándares de observación de la Organización Meteorológica Mundial (World Meteorological Organization, 2023). En términos doctrinarios, implicó integrar esos insumos en la preparación y conducción de fuegos para elevar la probabilidad de primer impacto y reducir la dispersión, utilizando procedimientos y roles definidos en publicaciones oficiales del Ejército de los Estados Unidos que subrayaron el peso del “MET” en la exactitud del apoyo de fuegos (U.S. Army, 2021).

Operacionalmente, esta fase se materializó mediante productos y flujos estandarizados (mensajes meteorológicos de artillería como METCM, METGM o METB3) que codificaron perfiles de viento, temperatura, presión y humedad por niveles, y que fueron consumidos por centros de dirección de tiro y sistemas de cómputo balístico para generar correcciones aplicables sin ajustes previos sobre el blanco (Ivan et al., 2023). La evidencia técnica mostró que gran parte del error del tiro indirecto provino del uso subóptimo o incompleto de la información meteorológica y que el empleo de mensajes tridimensionales derivados de modelos numéricos redujo la inexactitud respecto del perfil único tradicional, mejorando la predicción del punto de impacto a lo largo de la trayectoria (Haines et al., 2013).

En el ciclo de operaciones, la aplicación operacional comenzó antes de la misión con la asimilación de mensajes “MET” representativos del volumen de tiro, continuó durante la ejecución con la introducción de líneas y niveles adecuados para corregir deriva y alcance en función de variaciones locales, y culminó en la evaluación con ajustes y lecciones aprendidas para el siguiente planeamiento (U.S. Army, 2024). Este encadenamiento planificar-preparar-ejecutar-evaluar se apoyó en manuales y compendios de lecciones aprendidas que estructuraron responsabilidades, productos y criterios de éxito, reforzando que el empleo disciplinado de datos atmosféricos fue condición habilitante de la precisión (U.S. Army, 2019).

Asimismo, la aplicación operacional incluyó la corrección del desempeño de radares de localización y adquisición de objetivos mediante parámetros “MET” que ajustaron la

refracción atmosférica y, en especial, el efecto del viento como factor dominante sobre la predicción de impactos amigos y hostiles, exigiendo la correspondencia de líneas por altitud entre mensajes de cómputo y de adquisición (U.S. Army, 2021). Al integrarse estos parámetros en los sistemas de fuego y en los procedimientos de observación y ajuste, se fortaleció la coherencia entre cálculo balístico, observación del impacto y retroalimentación táctica, consolidando la exactitud operacional del tiro indirecto (U.S. Army, 2024).

### **2.2.2. Variable 2: Desempeño del tiro**

#### **Definición**

El desempeño del tiro se entendió como la capacidad integral de un sistema de artillería para colocar los impactos donde fueron previstos, conjugando exactitud (proximidad del punto medio de impacto al punto visado) y precisión (agrupamiento y dispersión), y se midió con indicadores como error circular probable (CEP), errores probables en alcance y dirección, y zonas de dispersión, todo ello enmarcado por la doctrina de gunnery y la estadística aplicada a patrones de impacto (U.S. Marine Corps, 1996). En términos métricos, el CEP y sus equivalentes operativos sirvieron para estimar probabilidades de impacto dentro de radios dados y para comparar sistemas o configuraciones de tiro bajo hipótesis de distribución y confianza, lo que permitió traducir el patrón de impactos en desempeño operacional interpretable por el mando.

Este desempeño dependió de una cadena de requisitos que incluyó localización precisa del blanco, información del arma y la munición (calibración y velocidad de boca), información meteorológica representativa del volumen de tiro, procedimientos de cómputo correctos y control topográfico, donde cada eslabón aportó errores sistemáticos y aleatorios que se acumularon en el resultado final (Department of the Army, 1996). En particular, las variaciones de velocidad de boca por lote de propelente, temperatura y condición del tubo afectaron el alcance y la dispersión, de modo que su medición y compensación constituyeron pasos obligatorios para sostener la exactitud del fuego indirecto (Department of the Army, 2016).

Adicionalmente, el desempeño del tiro se explicó por la superposición de fuentes de error propias del sistema arma–proyectil y del operador (como dispersión de munición, vibración de tubo, salto aerodinámico y error de puntería) que, al interactuar con las condiciones del entorno, definieron la probabilidad de golpe y la necesidad de controlar sensibilidades mediante diseño, mantenimiento y entrenamiento (Qian et al., 2022). La

literatura técnica reciente mostró que la posición de tiro y los errores de apuntamiento modelados incrementaron o redujeron de manera significativa la probabilidad de golpe, reforzando la importancia de gestionar estos aportes antes de la ejecución (Corriveau et al., 2019).

Operacionalmente, el desempeño se sostuvo mediante verificación y retroalimentación: sensores acústicos y esquemas de verificación de disparos permitieron estimar con precisión coordenadas de impacto para ajustar fuego y reducir consumo de munición, cerrando el ciclo planear–preparar–ejecutar–evaluar que la doctrina empleó para elevar la probabilidad de primer impacto y disminuir dispersiones (Maksymov, 2025). A la vez, los apartados doctrinarios sobre dispersión, probabilidad, errores probables y punto medio de impacto ofrecieron el andamiaje estadístico para interpretar los resultados y conducir correcciones sucesivas sin perder ritmo de fuego (U.S. Marine Corps, 1996).

En el contexto peruano, el desempeño del tiro se vinculó empíricamente con la calidad de los insumos y procesos: se reportó relación significativa entre el empleo de sistemas meteorológicos y la eficacia de tiro en unidades de artillería, evidenciándose que la oportunidad y representación del “MET” sobre el volumen de tiro mejoró la exactitud y redujo ajustes tardíos (Mendoza Gómez Sánchez, 2024). Complementariamente, la automatización de cálculos en agrupamientos de artillería demostró reducciones sustantivas de tiempos y una mayor consistencia de soluciones, aportando a la estabilidad del proceso de tiro y, por ende, al desempeño global (Paredes Otero, 2021).

### **Teorías**

La teoría probabilística de la dispersión explicó que el desempeño del tiro se evaluó como un fenómeno aleatorio en el que el conjunto de impactos se distribuyó alrededor de un punto medio y se describió mediante medidas como el error circular probable (CEP), los errores probables en alcance y dirección y las zonas de dispersión, de modo que la estimación de la probabilidad de golpe dependió del tratamiento estadístico de los errores y de su propagación en el sistema de armas (U.S. Army & U.S. Marine Corps, 1996). Esta teoría asumió distribuciones gaussianas bivariadas para posicionar elipses de confianza y, a partir de ahí, derivó equivalencias con círculos de probabilidad para expresar de forma operativa, con una sola cifra, la mitad de los impactos esperados dentro de un radio dado, proporcionando un

marco objetivo para comparar configuraciones de tiro y juzgar mejoras en exactitud y precisión (NOAA, 1984).

La teoría balística exterior con corrección meteorológica sostuvo que el viento por niveles, la densidad del aire modulada por temperatura y presión, y la humedad relativa alteraron la trayectoria, la deriva y el punto de impacto, por lo que el desempeño del tiro se incrementó cuando la solución balística incorporó perfiles atmosféricos representativos del volumen de trayectoria y no solo una columna única de mensaje meteorológico (Haines et al., 2013). Bajo este enfoque, la calidad del desempeño requirió cumplir el requisito doctrinario de contar con información “MET” exacta (uno de los cinco requerimientos para fuego previsto exacto) integrando mediciones y mensajes al cálculo y al control de tiro para elevar la probabilidad de primer impacto y reducir la necesidad de ajustes sucesivos (U.S. Army & U.S. Marine Corps, 1996).

La teoría sistémica de control de tiro y cadena de requisitos planteó que el desempeño emergió de un sistema integrado donde la localización precisa del blanco, la posición del arma, la información de arma y munición (incluida velocidad de boca), la información meteorológica exacta y los procedimientos de cómputo conformaron un presupuesto de errores cuyo control determinó, en conjunto, la exactitud final; de ahí que la doctrina enfatizara los “cinco requisitos para fuego previsto exacto” como condición necesaria del desempeño (U.S. Army, 2019). Complementariamente, los modelos de ingeniería mostraron que la sensibilidad del punto de impacto a variaciones de parámetros del arma–proyectil y del disparo podía gestionarse mediante diseño, mantenimiento y entrenamiento focalizado, con efectos directos sobre la reducción de dispersión y el aumento de la probabilidad de golpe (Qian et al., 2022).

### **Dimensión 1. Preparación técnica**

La preparación técnica se definió como la fase previa al fuego en la que la unidad aseguró los cinco requisitos para el tiro previsto exacto (localización precisa del blanco, localización precisa de la pieza, información válida de arma y munición, información meteorológica representativa y procedimientos computacionales correctos) organizando personal, equipos y datos para obtener primer impacto efectivo con mínimos ajustes (U.S. Army, 2024). Este alistamiento integró listas de verificación, productos técnicos y ensayos previos de fuego para estandarizar la configuración de puntería y la calidad de la información antes de autorizar el disparo (U.S. Army, 2021).

En el componente de localización, la preparación técnica comprendió el establecimiento de una red común de coordenadas y la orientación de piezas mediante topografía, GPS y dispositivos de puntería, garantizando que baterías y observadores trabajaran sobre la misma referencia geodésica y reduciendo errores de emplazamiento (U.S. Army, 2013). Este esfuerzo incluyó la formación de personal de levantamiento/survey para proveer dos de los cinco requisitos (ubicación de unidad y dato meteorológico) y la progresión en el uso de instrumentos desde métodos tradicionales hacia sistemas de mayor exactitud, consolidando la coherencia espacial del proceso de tiro (U.S. Army, 2013).

Respecto a arma y munición, la preparación técnica contempló el control de variaciones de velocidad de boca por desgaste del tubo, tolerancias de fabricación y, críticamente, temperatura del propelente y del proyectil, pues estos factores alteraron la presión en recámara, la MV y el alcance, requiriéndose mediciones, registros y correcciones para sostener la exactitud (U.S. Army, 1996). La doctrina y la evidencia experimental señalaron que incrementos de temperatura elevaron de forma significativa la presión máxima y la velocidad de salida, por lo que se tomaron medidas para uniformar temperaturas y aplicar correcciones balísticas antes del disparo (U.S. Marine Corps, 2024).

En el componente meteorológico, la preparación técnica integró mensajes y perfiles del “MET” representativos del volumen de trayectoria (viento por niveles, temperatura, presión y humedad) para compensar condiciones no estándar cuando no se disponía de registro, empleando técnicas doctrinarias de corrección y transferencia dentro de límites temporales y espaciales definidos (U.S. Army, 1996). Asimismo, sistemas de mando y control de fuegos incorporaron información meteorológica a través de plataformas como AFATDS y Profiler, generando correcciones a lo largo de la trayectoria y en el área objetivo para mejorar la probabilidad de primer impacto (U.S. Army, 2018).

Finalmente, en el componente computacional y de aseguramiento, la preparación técnica validó datos y soluciones mediante cálculos redundantes, comprobaciones cruzadas y ensayos técnicos de la batería, de modo que la secuencia planear–preparar–ensayar–ejecutar se cerró con productos estandarizados y responsabilidades claras para cada puesto de la unidad (U.S. Army, 2021). Estas prácticas incluyeron la revisión técnica de fuego, la matriz de ejecución y los productos de coordinación, reforzando la disciplina de datos y la consistencia de las soluciones antes de autorizar la apertura del fuego (U.S. Army Europe & Africa, 2023).

## **Dimensión 2. Ejecución del tiro**

La ejecución del tiro se entendió como la fase decisiva en la que la unidad transformó el planeamiento y los datos de tiro en acciones coordinadas para abrir fuego con seguridad, disciplina de datos y sincronización con el esquema de fuegos, desde la recepción de la orden de tiro hasta el “alto el fuego” y la consolidación de resultados (U.S. Army, 2024), integrándose funciones de mando y control, dirección de tiro, puntería, espoletado y verificación final en la pieza conforme a la doctrina orgánica de artillería de campaña (U.S. Marine Corps, 2002). (U.S. Army, 2024).

Operativamente, la ejecución del tiro implicó emitir y acatar “comandos de fuego” claros; cargar, apuntar y detonar conforme a los parámetros de elevación/deriva, espoleta y carga; aplicar medidas de control (por ejemplo, “A mi orden”, “Fuego para efecto”, TOT y, cuando procedió, MRSI); y corregir en ciclo corto con observación ajustada hasta alcanzar impactos efectivos, manteniendo enlace técnico con los sistemas de control de fuegos (p.ej., AFATDS) y con el observador (U.S. Army, 2017), todo ello para sostener continuidad, cadencia y protección de fuerzas en apoyo al esquema maniobra-fuegos (Lewin, 2021).

La seguridad de tiro condicionó cada paso de la ejecución: se validaron sectores, peligramas y medidas de coordinación; se confirmaron cargas, espoletas y orientaciones; y se aplicaron procedimientos de falla y “misfire” antes de reintentos o despeje, conforme al marco regulatorio de seguridad de polígono y tiro vivo (Department of the Army, 2012), mientras que las rutinas técnicas de la dotación y del puesto de dirección de tiro estandarizaron comprobaciones cruzadas, redundancias de cálculo y ensayos para minimizar errores humanos en la pieza y en la batería (Department of the Army, 2016). (Department of the Army, 2012).

Durante la ejecución, las correcciones balísticas se aplicaron en tiempo real para compensar condiciones no estándar y variaciones emergentes (temperatura, presión, viento por niveles y humedad), aprovechándose perfiles meteorológicos representativos y, cuando estuvieron disponibles, productos y técnicas que redujeron errores por no homogeneidad espacial de la atmósfera a lo largo de la trayectoria (U.S. Army, 2024), demostrándose en investigación técnica que el uso y la integración de información meteorológica tridimensional mejor organizada disminuyeron una porción sustantiva del error total del sistema artillero en el punto de impacto (Haines et al., 2013).

En el contexto peruano, la ejecución del tiro se articuló con prácticas doctrinarias y evidencias recientes en la formación de cadetes: la dirección y control de tiro se relacionaron fuertemente con el uso eficaz de las piezas en unidades de cadetes, y la incorporación de herramientas tecnológicas para cálculo y transmisión de datos fortaleció la puntualidad de órdenes y la consistencia de los parámetros en la pieza durante la secuencia de ejecución (Villavicencio & Soto, 2023), observándose además que la apropiación de tales herramientas por cadetes de Artillería se asoció con mejoras en la formación y el desempeño técnico durante ejercicios de tiro, lo que consolidó rutinas de ejecución más seguras y precisas (Pérez & Vílchez, 2024).

### **Dimensión 3. Evaluación del impacto**

La evaluación del impacto se entendió como el proceso sistemático que comparó la ubicación real del punto de impacto con el punto de mira para valorar la precisión del tiro, identificar sesgos de puntería y alimentar decisiones de ajuste inmediato y de mejora del adiestramiento, enmarcado en la secuencia doctrinaria de fuegos desde la ejecución hasta la apreciación de resultados (Department of the Army, 2024). Asimismo, abarcó la verificación de seguridad y la validación de efectos logrados sobre el objetivo mediante observación, medición y registro estandarizado de datos de tiro en coordinación con la dirección de tiro y el observador avanzado (Department of the Army, 2017).

La obtención de evidencias para evaluar el impacto utilizó observadores y medios de adquisición de blancos, destacando los radares de localización de armas que confirmaron la posición de impacto o estallido, la velocidad del proyectil y otros parámetros para cerrar el ciclo de corrección con oportunidad (Department of the Army, 2015). A la vez, los resultados se integraron a la “assess” del proceso de targeting (contribuyendo a la valoración de daños en combate como insumo para decidir reataques, eficacia de municiones y nuevas tareas de recolección) bajo responsabilidades compartidas entre inteligencia y operaciones (Department of the Army, 2023).

En términos métricos, la evaluación del impacto estimó el punto medio de impactos (MPI), la dispersión y las desviaciones horizontal y vertical respecto al blanco, empleando medidas probabilísticas de precisión como el error circular probable (CEP, círculo que contuvo el 50 % de los impactos) y radios de confianza como R95 para expresar la probabilidad de encerrar la mayoría de impactos (EUROCONTROL/ICAO, 2025). Tales medidas se

complementaron con la estimación del error de localización del blanco y del punto de impacto para afinar la corrección de tiro y reducir la incertidumbre total del sistema durante ajustes sucesivos (Department of the Army, 2017).

La evaluación del impacto consideró de manera explícita las condiciones meteorológicas no estándar que desplazaron el punto de caída (viento en capas, temperatura y presión), incorporando perfiles atmosféricos y productos de pronóstico que permitieron aplicar correcciones balísticas más finas en el momento del ajuste (Department of the Army, 2024). En este marco, el uso de pronósticos por conjuntos y técnicas modernas de predicción numérica del tiempo en apoyo de operaciones elevó la calidad de la información ambiental disponible y, por ende, la validez de las correcciones aplicadas para aproximar el impacto al punto de mira (Kuchera et al., 2021).

Operativamente, la evaluación del impacto tradujo observaciones y mediciones en órdenes de corrección (variaciones de elevación, deriva y, de ser necesario, carga y espoleta) dentro de técnicas de “observed fires”, buscando converger en el menor número de ráfagas hasta lograr impactos efectivos con seguridad y economía de medios (Department of the Army, 2017). Esta evaluación se cerró con el registro de datos y la retroalimentación en revisiones posteriores a la acción (AAR), institucionalizadas para extraer lecciones, estandarizar buenas prácticas y fortalecer certificaciones y calificaciones de fuego (Training Management Directorate, 2025).

Finalmente, la evaluación del impacto alimentó la valoración de daños en combate dentro del targeting conjunto, donde los analistas integraron evidencia multisensor (observación terrestre, sistemas aéreos no tripulados, imágenes y radares) para estimar daño físico y funcional, actualizar estados del objetivo y recomendar reataques o cierre de misión según la intención del comandante (Joint Chiefs of Staff, 2024). Con ello, la unidad transformó datos de impacto en conocimiento útil para la toma de decisiones y la mejora continua del desempeño de tiro en ejercicios y operaciones, cerrando el ciclo decide–detect–deliver–assess con trazabilidad doctrinaria (Joint Chiefs of Staff, 2023).

### **2.3. Marco conceptual**

**Anemómetro:** instrumento que midió la velocidad del viento en superficie, base de los registros operativos y de las prácticas de calibración en estaciones (National Weather Service, 2025).

**Barómetro:** instrumento que midió la presión atmosférica; en su versión aneróide empleó una cápsula metálica deformable para registrar cambios de presión útiles en análisis y correcciones (National Weather Service, 2025).

**Boletín climatológico:** producto institucional que resumió condiciones observadas y anomalías con base en la red de estaciones, insumo para formación y contextualización local (SENAMHI, 2025).

**Calibración y trazabilidad:** conjunto de procedimientos para asegurar que mediciones y sensores se vincularon a estándares reconocidos y cumplieron requisitos de calidad y gestión de datos en redes de observación (World Meteorological Organization, 2023).

**Capa límite atmosférica:** estrato más bajo de la atmósfera que respondió directamente a la superficie por fricción y calentamiento/enfriamiento diarios, condicionando los perfiles de temperatura, humedad y viento usados en aplicaciones operativas (WMO, 2025).

**Carta de presión en superficie:** gráfico operativo de presión reducida al nivel del mar y frentes, base para interpretar patrones de viento y evolución de sistemas a escala sinóptica en la enseñanza (Met Office, 2025).

**Cizalladura del viento:** cambio del viento con la distancia (magnitud y/o dirección) en sentido vertical u horizontal; se trató como una diferencia vectorial crítica para operaciones y evaluación de estabilidad atmosférica de baja cota (National Weather Service, 2020).

**Correcciones meteorológicas:** ajustes balísticos derivados de mensajes MET (viento por capas, temperatura y densidad del aire) que afectan alcance, deriva y tiempo de vuelo; su aplicación rigurosa es condición para fuegos previstos exactos. (*Department of the Army, 2020*).

**Deflexión:** ángulo horizontal que orienta el tubo respecto al norte/meridiano de referencia; su ajuste compensa deriva, viento cruzado y errores de dirección para alinear el tiro con el blanco. (*Department of the Army, 1967*).

**Densidad del aire:** masa de aire por unidad de volumen que disminuyó con altura, temperatura elevada y humedad alta; su reducción incrementó la “altitud de densidad” y afectó el desempeño de sistemas y trayectorias por la menor resistencia y flotabilidad (Federal Aviation Administration, 2025).

**Elevación de cuadrante (QE):** ángulo vertical medido desde el plano de referencia del arma; determina la solución balística en alcance y se ajusta por temperatura de carga, densidad del aire y desgaste del tubo. (*Department of the Army, 1967*).

**Error circular probable (CEP):** radio del círculo, centrado en el punto de puntería, que engloba el 50 % de los impactos; se usa como indicador de exactitud de entrega y de daño esperado en cálculos de letalidad. (*Defense Threat Reduction Agency, 2016*).

**Error probable (PE):** semiancho del intervalo que contiene el 50 % de los impactos en el eje de alcance o de dirección; permite cuantificar la dispersión inherente y establecer cuadros de aceptación para decidir el paso a fuego para efectos. (*Department of the Army, 1996*).

**Estación meteorológica automática (EMA):** estación que realizó y transmitió observaciones de manera automática según la terminología de la OMM, permitiendo series de datos continuas para vigilancia y formación (SENAMHI, 2025).

**Exactitud:** cercanía del centro de impactos al punto de puntería; se expresa operacionalmente cuando la “deflexión y elevación ajustadas colocan el centro de impacto en el blanco”, diferenciándose de la “precisión” (apriete del grupo) y guiando la corrección final de datos. (*Department of the Army, 1996*).

**Fuego observado:** modalidad de ejecución en la que un observador ajusta sucesivas correcciones de distancia y dirección hasta obtener la solución efectiva, reduciendo consumo de munición y riesgo a fuerzas propias. (*Department of the Army, 2017*).

**Higrómetro:** instrumento destinado a medir la humedad del aire, clave para estimar humedad relativa y apoyar el control de calidad de registros (National Weather Service, 2025).

**Humedad relativa:** razón entre el contenido de vapor de agua del aire y el máximo posible a la misma temperatura, expresada en porcentaje; moduló sensaciones térmicas, nubosidad y precipitación al interactuar con la temperatura del aire (Met Office, 2025).

**Isobara:** línea de igual presión en un mapa; su espaciamiento indicó la intensidad del gradiente de presión y, por ende, la fuerza del viento asociada (Met Office, 2025).

**Levantamiento topográfico común:** establecimiento de una red de control y orientación compartida (común survey/common direction) entre piezas y observadores para eliminar sesgos de posición y azimut que degradan la exactitud. (*Department of the Army, 2007*).

**Mapa sinóptico:** representación de la presión y otros campos meteorológicos en superficie con información estandarizada para identificar sistemas, frentes y gradientes usados en instrucción y pronóstico (Met Office, 2025).

**Numerical Weather Prediction (NWP):** metodología que usó modelos numéricos y asimilación de observaciones para generar pronósticos operativos de horas a días, eje de la modernización de la instrucción y de la práctica aplicada (WMO, 2025).

**Perfil de viento (hodógrafo):** gráfico que mostró la variación del viento con la altura en las capas bajas/medias, útil para interpretar cizalladura, advecciones y estructuras de flujo (National Weather Service, 2025).

**Precisión de tiro:** grado en que los impactos de la batería se concentran y coinciden con el punto deseado; depende de cumplir los requisitos para fuego previsto exacto (localización precisa del blanco, datos confiables de arma-munición, meteorología vigente, levantamiento topográfico común y cómputo correcto de datos), minimizando la dispersión y las correcciones en ajuste. (*Department of the Army, 1996*).

**Presión atmosférica:** fuerza por unidad de área ejercida por la columna de aire sobre un punto; sus gradientes definieron zonas de altas y bajas presiones asociadas a diferentes patrones de tiempo y vientos en superficie (Met Office, 2025).

**Psicrómetro:** dispositivo con dos termómetros (seco y húmedo) utilizado para estimar humedad a partir de la depresión psicrométrica dentro de los procedimientos instrumentales normalizados (World Meteorological Organization, 2023).

**Punto medio de impacto (MPI):** ubicación promedio del conjunto de impactos obtenidos en una serie; se usa para estimar sesgos sistemáticos y fijar correcciones totales en registros HB/MPI cuando no es posible una observación de terreno nítida del punto conocido. (*Department of the Army, 1996*).

**Radar de localización de armas:** sensor de contrabatería (p. ej., AN/TPQ-53) que detecta y retrotrae trayectorias de morteros/cohetes/cañones para estimar puntos de origen y apoyar ajustes de fuego y supervivencia de la unidad. (*U.S. Army, 2015*).

**Radiosonda:** sensor transportado por globo que midió perfiles verticales de presión, temperatura, humedad y viento, proporcionando sondeos esenciales para análisis sinóptico, pronóstico y enseñanza aplicada (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2020).

**Registro de tiro (registration):** procedimiento para estimar y aplicar correcciones totales frente a condiciones no estándar; puede ser de precisión o HB/MPI y busca que el punto conocido y el MPI coincidan dentro de tolerancias aceptables. (*Department of the Army, 1996*).

**Temperatura del aire:** medida del estado térmico del aire próximo a la superficie que condicionó intercambios de energía y controló otros elementos del tiempo; en la práctica se interpretó junto con la variación espacial y temporal para explicar contrastes locales (Met Office, 2025).

**Tiempo en objetivo (TOT):** técnica de sincronización en la que las unidades disparan restando su tiempo de vuelo para que las rondas arriben casi simultáneamente al blanco, maximizando sorpresa y efecto inicial. (*Department of the Army, 2019*).

**Velocidad de boca (MV):** velocidad inicial real del proyectil medida con cronógrafo; sus variaciones entre lotes y por desgaste del tubo impactan alcance y deben modelarse o registrarse para sostener la precisión. (*Department of the Army, 1996*).

**Viento:** movimiento horizontal del aire impulsado por diferencias de presión; se describe por su dirección (de dónde sopla) y su velocidad, y surge primariamente de la fuerza del gradiente de presión que acelera el aire desde altas hacia bajas presiones (National Weather Service, 2025).

## 2.4. Operacionalización de las variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de las variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable 1</b> Instrucción de meteorología	La instrucción de meteorología comprende el proceso educativo teórico y práctico mediante el cual los cadetes adquieren conocimientos, habilidades y competencias sobre fenómenos atmosféricos, variables climáticas e instrumentos meteorológicos aplicados a las operaciones militares, especialmente en el uso de armamento de artillería.	Esta variable será medida a través de un cuestionario de escala de Likert aplicado a los cadetes de artillería, compuesto por 24 preguntas cerradas distribuidas en tres dimensiones: Formación teórica, Formación práctica y Aplicación operacional.	Formación teórica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptos básicos meteorológicos</li> <li>• Interpretación mapas climáticos</li> <li>• Variables atmosféricas fundamentales</li> <li>• Fenómenos meteorológicos adversos</li> </ul>	1, 2 3, 4 5, 6 7, 8	Siempre (5) Casi siempre (4)
			Formación práctica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación directa del clima</li> <li>• Registro de datos meteorológicos</li> <li>• Análisis información atmosférica</li> <li>• Manejo instrumentos meteorológicos</li> </ul>	9, 10 11, 12 13, 14 15, 16	A veces (3) Casi nunca (2)
			Aplicación operacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuste por viento</li> <li>• Corrección por temperatura</li> <li>• Consideración presión atmosférica</li> <li>• Evaluación de humedad relativa</li> </ul>	17, 18 19, 20 21, 22 23, 24	Nunca (1)
			Preparación técnica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo de coordenadas de tiro</li> <li>• Configuración sistemas puntería</li> <li>• Verificación posición cañón</li> <li>• Selección de carga explosiva</li> </ul>	25, 26 27, 28 29, 30 31, 32	Siempre (5) Casi siempre (4)
<b>Variable 2</b> Desempeño del tiro	El desempeño del tiro se refiere al grado de exactitud con que los proyectiles disparados por los cadetes alcanzan el punto previsto u objetivo, dependiendo de la preparación técnica, ejecución del disparo y análisis del impacto durante las prácticas de artillería.	Esta variable será evaluada mediante un cuestionario tipo Likert dirigido a los cadetes de artillería, compuesto por 24 preguntas cerradas, organizados en tres dimensiones: Preparación técnica, Ejecución del tiro y Evaluación del impacto.	Ejecución del tiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajuste del ángulo de elevación</li> <li>• Control deriva proyectil</li> <li>• Corrección distancia objetivo</li> <li>• Supervisión de dirección de tiro</li> </ul>	33, 34 35, 36 37, 38 39, 40	A veces (3) Casi nunca (2)
			Evaluación del impacto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis punto de impacto</li> <li>• Desviación horizontal de tiro</li> <li>• Desviación vertical de tiro</li> <li>• Impactos del Registro Legislativo</li> </ul>	41, 42 43, 44 45, 46 47, 48	Nunca (1)

## **2.5. Formulación de hipótesis**

### **2.5.1. Hipótesis general**

HG: Existe relación directa y significativa entre la instrucción de meteorología y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

HG<sub>0</sub>: No existe relación directa y significativa entre la instrucción de meteorología y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

### **2.5.2. Hipótesis específicas**

HE1: Existe relación directa y significativa entre la formación teórica y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

HE1<sub>0</sub>: No existe relación directa y significativa entre la formación teórica y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

HE2: Existe relación directa y significativa entre la formación práctica y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

HE2<sub>0</sub>: No existe relación directa y significativa entre la formación práctica y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

HE3: Existe relación directa y significativa entre la aplicación operacional y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

HE3<sub>0</sub>: No existe relación directa y significativa entre la aplicación operacional y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

## **CAPÍTULO III.**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Enfoque de investigación**

El enfoque de nuestra investigación fue cuantitativo, ya que se centró en la recolección y análisis de datos numéricos para evaluar la relación entre la instrucción meteorológica y la precisión de los disparos en los oficiales de artillería. Este enfoque permite medir variables de manera objetiva, utilizando herramientas estadísticas para analizar patrones y tendencias dentro de la población estudiada. Según Ñaupas et al. (2018), el enfoque cuantitativo es esencial cuando se busca establecer relaciones causales y se requiere un alto nivel de precisión en los resultados. En este tipo de investigación, la recolección de datos se realizó a través de encuestas estructuradas y la observación de las prácticas de tiro bajo diferentes condiciones meteorológicas. El análisis estadístico realizado permitió confirmar la hipótesis de que un mejor conocimiento meteorológico contribuye significativamente a una mayor precisión en los disparos de artillería (Ñaupas et al., 2018, p. 140).

#### **3.2. Tipo de investigación**

El tipo de esta investigación fue básica o pura, ya que su propósito principal fue generar conocimiento nuevo y ampliar la comprensión teórica sobre la relación entre la instrucción meteorológica y la precisión de los disparos en la artillería, sin buscar una aplicación inmediata o directa en un contexto práctico específico. La investigación se centró en explorar y analizar las variables involucradas, sin intervenir directamente en el entorno o modificar prácticas operativas. Según Ñaupas et al. (2018), las investigaciones de tipo básico son fundamentales para desarrollar teorías y modelos que expliquen fenómenos complejos, como la influencia del clima en el rendimiento de los sistemas de artillería. Este enfoque permitió profundizar en la comprensión teórica de cómo la meteorología afecta la precisión de los disparos, generando así un cuerpo de conocimiento que puede ser utilizado para futuras investigaciones aplicadas o prácticas (Ñaupas et al., 2018, p. 115).

#### **3.3. Método de investigación**

El método hipotético-deductivo utilizado en esta investigación se basó en la teoría de Karl Popper, que propone la formulación de hipótesis que puedan ser falsables, es decir, que

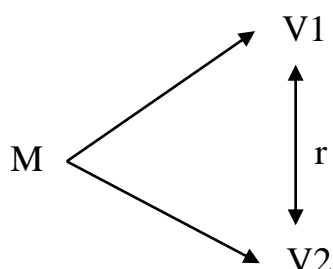
puedan ser sometidas a pruebas que puedan refutarlas. Según Popper, el conocimiento científico avanza mediante la formulación de hipótesis y la posterior comprobación a través de la experimentación (Marfull, 2024). En este enfoque, se parte de una hipótesis inicial sobre la relación entre la instrucción meteorológica y la precisión de los disparos, que fue puesta a prueba mediante la recolección de datos y el análisis estadístico. Este proceso permite validar o refutar la hipótesis en función de los resultados obtenidos, sin necesidad de probarla de manera absoluta, ya que cualquier hipótesis que no sea refutada por los datos se considera tentativamente aceptada. Este enfoque es clave para garantizar la objetividad y el rigor científico en la investigación (Marfull, 2024).

### 3.4. Alcance de investigación (nivel)

El alcance o nivel de la investigación fue descriptivo-correlacional, ya que se buscó describir las características de las variables estudiadas, como la instrucción meteorológica y la precisión de los disparos, y analizar la relación entre ellas. En la parte descriptiva, la investigación se centró en recolectar información detallada sobre las prácticas de tiro y los conocimientos meteorológicos de los oficiales, sin intervenir o manipular directamente las variables en cuestión. Según Hernández y Mendoza (2018), el enfoque descriptivo permite caracterizar y obtener una comprensión clara de las variables, lo que facilita su análisis posterior (p. 108). Además, la investigación tuvo un componente correlacional, ya que se intentó determinar si existía una relación significativa entre la calidad de la instrucción meteorológica y la precisión de los disparos de artillería, utilizando análisis estadísticos para evaluar las posibles asociaciones entre estas variables (Hernández & Mendoza, 2018, p. 109).

#### Figura 1

*Esquema de correlación*



Donde:

M = Muestra

V1 = Variable 1: Instrucción de meteorología

V2 = Variable 2: Desempeño del tiro

r = Correlación entre dichas variables

### **3.5. Diseño de la investigación**

El diseño del estudio fue no experimental, de carácter transversal, ya que no se manipuló ninguna de las variables de forma controlada y se observó la relación entre la instrucción meteorológica y la precisión de los disparos en un solo momento del tiempo. Según Hernández y Mendoza (2018), los estudios no experimentales se caracterizan por la observación de las variables tal como se presentan en su entorno natural, sin intentar intervenir o inducir cambios, lo que permite estudiar fenómenos tal y como ocurren (p. 174). Además, el diseño transversal implicó que los datos se recolectaran en un único punto temporal, permitiendo describir y analizar la relación entre las variables de manera simultánea. Este enfoque fue adecuado para obtener una visión clara de cómo las condiciones meteorológicas afectan la precisión de los disparos sin la necesidad de realizar un seguimiento a lo largo del tiempo (Hernández & Mendoza, 2018, p. 176).

### **3.6. Población, muestra, unidad de estudio**

#### **3.6.1. Población de estudio**

La población del estudio fue de 87 cadetes de Artillería, entendida según Hernández y Mendoza (2018) como el conjunto de individuos que poseen características comunes y que son objeto de estudio en una investigación. La población en un estudio se refiere a todos los elementos que cumplen con los criterios definidos para el análisis y cuya información se desea generalizar a partir de los resultados obtenidos (p. 174). En este caso, los 102 cadetes de Artillería representan un grupo específico dentro del ámbito militar, cuyos conocimientos y prácticas en el uso de la artillería y su relación con las condiciones meteorológicas fueron evaluados. Estos cadetes compartían el hecho de estar en formación académica en la Escuela Militar, lo que los hacía idóneos para estudiar cómo la instrucción meteorológica impacta en su desempeño durante las prácticas de tiro.

### 3.6.2. Muestra de estudio

La muestra del estudio fue de 71 cadetes de Artillería, seleccionados mediante un muestreo probabilístico de tipo aleatorio, lo que implica que todos los miembros de la población tenían la misma probabilidad de ser seleccionados para formar parte de la muestra.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

N = 87      Tamaño de la población

Z = 1.96    Nivel de confianza (95%)

p = 0.5      Probabilidad de éxito

q = 0.5      Probabilidad de fracaso

d = 0.05    Margen de error

$$n = \frac{(87) * (1.96)^2 * (0.5) * (0.5)}{(0.05)^2 * (87 - 1) + (1.96)^2 * (0.5) * (0.5)}$$

$$n = \frac{83.5548}{1.18}$$

$$n = 71.09$$

Según Hernández y Mendoza (2018), el muestreo probabilístico es un tipo de muestreo en el que cada elemento de la población tiene una probabilidad conocida y no nula de ser elegido para la muestra, lo que garantiza que los resultados sean representativos y generalizables (p. 196). Dentro de este tipo de muestreo, el muestreo aleatorio es uno de los métodos más simples y eficaces, en el que la selección de los elementos se realiza de manera completamente aleatoria, sin influencias externas que puedan sesgar el proceso (Hernández & Mendoza, 2018, p. 161). Esta técnica asegura que la muestra sea representativa de la población de cadetes, permitiendo que los resultados obtenidos en la investigación puedan extenderse a todo el grupo de cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos. La aleatorización, al

ser un proceso al azar, minimiza el riesgo de sesgos, contribuyendo a la objetividad de los resultados.

### **3.6.3. *Unidad de estudio***

La unidad de estudio fue el cadete de Artillería, que, según Hernández y Mendoza (2018), se refiere al elemento básico o unidad mínima que se selecciona para ser analizado en una investigación. En otras palabras, la unidad de estudio es el sujeto sobre el cual se realiza la observación, medición o análisis dentro de un proceso investigativo. En este caso, cada cadete de Artillería representó una unidad que fue evaluada en cuanto a sus conocimientos meteorológicos y su desempeño durante las prácticas de tiro. Los cadetes fueron seleccionados porque cumplen con las características necesarias para abordar los objetivos de la investigación, permitiendo un análisis detallado sobre cómo la instrucción meteorológica influye en su capacidad para ajustar y ejecutar disparos con precisión. Hernández y Mendoza (2018) señalan que la unidad de estudio debe ser seleccionada cuidadosamente, ya que es sobre ella que se generalizarán los resultados de la investigación, lo cual refuerza la importancia de elegir adecuadamente a las unidades dentro de la población (p. 198). Esta selección es crucial para asegurar que los hallazgos sean válidos y representativos del grupo bajo estudio.

## **3.7. Técnica e instrumento para la recolección de datos**

### **3.7.1. *Técnica de recolección de datos***

La técnica de recolección de datos utilizada en esta investigación fue la encuesta, que se aplicó para obtener información directamente de los cadetes de Artillería acerca de su conocimiento meteorológico y su desempeño en las prácticas de tiro. La encuesta es una de las técnicas más utilizadas en investigaciones de tipo cuantitativo, ya que permite recolectar datos de manera sistemática y estructurada, facilitando el análisis estadístico posterior. Según Machuca (2022), la encuesta es una herramienta eficaz para obtener datos precisos sobre las percepciones, opiniones y características de los individuos dentro de una población definida, lo que permite generar información relevante sin la necesidad de intervención directa o de observar comportamientos en situaciones reales.

En este estudio, las encuestas se diseñaron con preguntas cerradas que evaluaron diferentes aspectos del conocimiento meteorológico de los cadetes, así como su capacidad para aplicar este conocimiento durante las prácticas de tiro. La ventaja principal de esta técnica es

que permite una recolección de datos rápida y estandarizada, asegurando que todos los participantes respondan las mismas preguntas en las mismas condiciones. Según Machuca (2022), una de las características clave de la encuesta es que permite analizar las respuestas de manera cuantitativa, lo que facilita la comparación entre diferentes respuestas y la identificación de patrones en los datos recolectados.

### 3.7.2. *Instrumento de recolección de datos*

El instrumento de recolección de datos utilizado en esta investigación fue el cuestionario, que consistió en preguntas cerradas con respuestas estructuradas utilizando una escala de Likert. Este tipo de cuestionario es ampliamente utilizado en estudios cuantitativos debido a su capacidad para medir actitudes, opiniones y comportamientos de los participantes de manera estandarizada. Las preguntas cerradas fueron diseñadas para evaluar el nivel de conocimiento meteorológico de los cadetes y su capacidad para aplicar este conocimiento en las prácticas de tiro. Las respuestas en la escala de Likert permitieron que los participantes expresaran sus opiniones sobre una serie de afirmaciones, utilizando un rango de opciones como "Siempre", "Casi siempre", "A veces", "Casi nunca" y "Nunca".

Según Hernández y Mendoza (2018), la escala de Likert es especialmente útil para medir la intensidad de las respuestas, ya que permite evaluar con precisión las percepciones de los individuos sobre diversas variables, sin requerir de una respuesta abierta que podría resultar más difícil de interpretar y analizar (p. 251). Este tipo de escala proporciona datos fácilmente cuantificables, lo que facilita el análisis estadístico y permite obtener conclusiones claras y objetivas sobre las relaciones entre las variables de estudio. El uso del cuestionario con esta escala específica permitió una recolección de datos eficiente y sistemática, garantizando la validez y fiabilidad de los resultados obtenidos.

**Tabla 2**  
*Diagrama de Likert*

<b>Nunca</b>	<b>Casi nunca</b>	<b>A veces</b>	<b>Casi siempre</b>	<b>Siempre</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

Fuente: Desarrollada en 1932 por el sociólogo Rensis Likert

La utilización de un baremo se refiere a un conjunto de criterios estandarizados que se utilizan para evaluar, clasificar o medir un conjunto de datos, comportamientos o características específicas. Según Coll (2020), un baremo es una herramienta que permite realizar una comparación objetiva entre los resultados de un individuo o grupo con una referencia

establecida, generalmente representada por puntuaciones predefinidas o rangos. El baremo se emplea para establecer un sistema de calificación o evaluación que asegura la uniformidad y consistencia en la medición de las respuestas o conductas evaluadas. En contextos educativos y de investigación, el baremo facilita la interpretación de los datos, pues proporciona un marco común que define qué se considera un rendimiento alto, medio o bajo.

Además, el uso de un baremo permite objetivar las evaluaciones, evitando la subjetividad que podría surgir al interpretar los resultados sin un patrón claro. De acuerdo con Coll (2020), los baremos son esenciales para la validación de instrumentos de medición, ya que establecen un marco de referencia que ayuda a identificar posibles desviaciones o inconsistencias en los datos recolectados, asegurando la fiabilidad y la validez de las conclusiones que se extraigan de los mismos. En resumen, la utilización de un baremo es clave para garantizar que los procesos de evaluación sean justos, sistemáticos y comparables, permitiendo una interpretación precisa y fundamentada de los resultados.

### ***3.7.3. Validez y confiabilidad de los instrumentos de medición***

La validación del instrumento requería un enfoque riguroso y detallado, por lo que se optó por el método del "Juicio de Expertos", un proceso que implica someter el cuestionario a la evaluación crítica de profesionales altamente calificados en el campo de estudio. En este caso, tres expertos con grados de magíster y doctorado de la EMCH "CFB" fueron convocados para analizar y ofrecer su opinión sobre el instrumento propuesto. Sus apreciaciones fueron cuidadosamente registradas y resumidas en un cuadro para su posterior análisis detallado, que se adjuntaría como anexo al documento principal.

Tras recibir el juicio de los expertos, se llevó a cabo una prueba piloto del instrumento con la participación de 20 cadetes de Artillería de la misma institución. Esta prueba permitió identificar posibles áreas de mejora y ajustes necesarios en el cuestionario antes de su implementación definitiva.

Para evaluar la confiabilidad del instrumento, se empleó el estándar alfa de Cronbach, una medida estadística ampliamente reconocida para verificar la consistencia interna de un conjunto de ítems. Este coeficiente proporciona información sobre la fiabilidad y la consistencia de las respuestas obtenidas a partir del instrumento. Se analizó la relación de las variables con los coeficientes alfa de Cronbach para asegurar la estabilidad y precisión del

instrumento, utilizando herramientas como SPSS 27 para procesar los datos y calcular los valores correspondientes (Cronbach & Meehl, 1955; IBM, 2024).

Por lo cual, el proceso de validación del instrumento fue integral y meticuloso, combinando el juicio de expertos, pruebas piloto y análisis estadísticos para garantizar su fiabilidad y validez. Este enfoque aseguró que el instrumento fuera adecuado y confiable para su uso en la investigación planificada, proporcionando una base sólida para la recopilación y análisis de datos precisos y significativos.

**Tabla 3**  
*Criterio de confiabilidad valores*

<b>Intervalo de Alpha de Cronbach</b>	<b>Valoración</b>
“0 < 0.20”	“Muy Baja”
“0.21 < 0.40”	“Baja”
“0.41 < 0.60”	“Moderada”
“0.61 < 0.80”	“Alta”
“0.81 < 1”	“Muy Alta”

Nota: Este instrumento se utilizó en la prueba piloto

El coeficiente de Alfa de Cronbach, una herramienta de vital importancia en la evaluación de la consistencia interna de un conjunto de ítems en un cuestionario o escala, ha sido un pilar fundamental en la investigación psicométrica desde su desarrollo por el renombrado psicólogo Lee Cronbach en 1951. Este coeficiente, representado por el símbolo  $\alpha$ , proporciona una medida cuantitativa de la fiabilidad del instrumento, lo que ayuda a los investigadores a Establecer la coherencia con la que las preguntas en un cuestionario están correlacionadas entre sí (Cronbach & Meehl, 1955).

El coeficiente de alfa de Cronbach, cuya interpretación se basa en su escala de valores de 0 a 1, proporciona información crucial sobre la consistencia interna de los ítems del cuestionario. Un valor cercano a 1 indica una alta consistencia, lo que sugiere una fuerte correlación entre las preguntas y una medición confiable del mismo constructo o dimensión. Por el contrario, un valor cercano a 0 indica una baja consistencia, lo que implica que las preguntas pueden medir conceptos diferentes y no están relacionadas entre sí.

Generalmente, un coeficiente de alfa de Cronbach superior a 0.7 se considera aceptable para demostrar una consistencia interna adecuada. No obstante, esta evaluación puede variar según el contexto y los objetivos específicos de la investigación. Por ejemplo, en estudios más

sensibles o con escalas más cortas, podría ser aceptable un valor ligeramente inferior de alfa de Cronbach. Es importante destacar que el coeficiente de alfa de Cronbach asume que los ítems del cuestionario miden una única dimensión o concepto subyacente. Si el cuestionario evalúa múltiples conceptos o dimensiones distintas, puede ser más adecuado utilizar otros métodos de análisis de consistencia interna, como el análisis factorial confirmatorio.

Por lo cual, el coeficiente de alfa de Cronbach es una herramienta invaluable en la evaluación de la confiabilidad de un cuestionario, proporcionando a los investigadores una medida objetiva de la consistencia interna de los ítems. Su interpretación cuidadosa y su aplicación adecuada contribuyen significativamente a la calidad y validez de los datos recopilados en la investigación científica.

### Figura 2

*Alpha de Cronbach - fórmula y datos*

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum s^2}{S_T^2} \right]$$

Donde,  
**k** = El número de ítems  
 **$\sum s^2$**  = Sumatoria de varianzas de los ítems.  
 **$s_T^2$**  = Varianza de la suma de los ítems.  
 **$\alpha$**  = Coeficiente de alfa de Cronbach

### Tabla 4

*Confiabilidad estadística del instrumento para medir la variable 1*

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.914	24

La confiabilidad del instrumento es muy alta, alcanzando un valor de 0.914 para la variable 1, lo que indica una consistencia interna notablemente sólida en las respuestas obtenidas mediante la Escala de Likert. Esta puntuación revela una confiabilidad sobresaliente en la medición de la variable en cuestión, lo que brinda una base sólida y confiable para la interpretación de los datos y las conclusiones derivadas del estudio.

**Tabla 5***Confiabilidad estadística del instrumento para medir la variable 2*

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.789	24

La confiabilidad del instrumento es alta, alcanzando un valor de 0.789 para la variable 2, lo que indica una consistencia interna notablemente sólida en las respuestas obtenidas mediante la Escala de Likert. Esta puntuación revela una confiabilidad sobresaliente en la medición de la variable en cuestión, lo que brinda una base sólida y confiable para la interpretación de los datos y las conclusiones derivadas del estudio.

### **3.8. Procesamiento y método de análisis de datos**

#### **3.8.1. Técnica para el procesamiento de datos**

La técnica para el procesamiento de datos en esta investigación siguió una serie de pasos sistemáticos que aseguraron la precisión y validez de los resultados. Primero, se inició con la preparación de herramientas de investigación, donde se diseñó y elaboró el cuestionario basado en los indicadores previamente establecidos. Este cuestionario fue cuidadosamente diseñado para garantizar que las preguntas cubrieran todos los aspectos esenciales de la investigación. Además, se verificó que el número de copias del cuestionario fuera adecuado para el total de participantes previstos, garantizando así que cada cadete pudiera participar en la encuesta.

El siguiente paso fue la solicitud de permiso, en el que se obtuvo la autorización del oficial superior responsable de los cadetes para realizar la encuesta. Esta autorización fue crucial para asegurar que la encuesta se llevara a cabo bajo el marco de los protocolos institucionales establecidos, respetando las normativas internas y garantizando el compromiso con los principios éticos.

Una vez obtenida la autorización, se procedió con la distribución de las encuestas, la cual se realizó durante un tiempo de servicio programado de 20 minutos. Durante este proceso, se brindó asistencia a los participantes para aclarar cualquier duda que pudieran tener sobre las preguntas, asegurando que comprendieran correctamente cada ítem del cuestionario.

El procesamiento de datos se llevó a cabo utilizando software especializado, como Excel, para organizar la información recolectada. Esto permitió una entrada de datos precisa y un manejo eficiente de la información. Posteriormente, se aplicó el análisis estadístico, utilizando herramientas como SPSS 27 y la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la normalidad de los datos y obtener resultados descriptivos que proporcionaran una visión clara de la distribución de las respuestas (Kolmogorov, 1933; Smirnov, 1939).

Una vez que se evaluó la normalidad de las muestras, se realizó la evaluación de relaciones a través de pruebas estadísticas inferenciales, basadas en los resultados obtenidos de la normalidad de los datos. Esto permitió validar las hipótesis planteadas y evaluar la significancia de las correlaciones encontradas entre las variables de estudio.

Finalmente, con los resultados obtenidos, se pasó a la generación de conclusiones, donde se analizó la información para proporcionar conclusiones significativas que no solo validaran las hipótesis originales, sino que también ofrecieran una base sólida para la toma de decisiones futuras en el área de estudio. Este proceso metodológico riguroso fue clave para garantizar la objetividad y confiabilidad de los resultados.

### **3.8.2. Método de análisis de datos**

El método de análisis de datos utilizado en esta investigación combinó el análisis descriptivo y el análisis inferencial para obtener una comprensión profunda de las relaciones entre las variables estudiadas. En primer lugar, se aplicó un análisis descriptivo, que se centró en organizar y presentar los datos de manera clara y comprensible. Esto implicó el uso de tablas y figuras para representar las características principales de las respuestas obtenidas, como las frecuencias y porcentajes de las distintas opciones de las escalas de Likert. La interpretación de estos datos descriptivos permitió observar patrones generales y tendencias dentro de las respuestas de los participantes, proporcionando una visión general de cómo los cadetes perciben la instrucción meteorológica y su desempeño en las prácticas de tiro.

Posteriormente, se aplicó el análisis inferencial, comenzando con la prueba de normalidad, específicamente la prueba de Kolmogorov-Smirnov, para determinar si los datos seguían una distribución normal. Este paso es crucial, ya que determina el tipo de pruebas estadísticas a aplicar. En caso de que los datos no fueran normales, se optó por usar la prueba de hipótesis no paramétrica de Spearman, que permite evaluar la correlación entre las variables sin requerir que los datos sigan una distribución normal (Spearman, 1904). Esta prueba fue

fundamental para analizar la relación entre la calidad de la instrucción meteorológica y la precisión de los disparos, evaluando la fuerza y dirección de la relación entre ambas variables.

### **3.9. Aspectos éticos**

En una investigación realizada en la Escuela Militar de Chorrillos "Coronel Francisco Bolognesi", los aspectos éticos son fundamentales para garantizar el respeto a los derechos y la dignidad de los participantes, en este caso, los cadetes. Es imprescindible que la investigación se realice bajo los principios de confidencialidad, transparencia y consentimiento informado. Antes de la recolección de datos, se debe obtener el consentimiento informado de los participantes, asegurando que comprendan el propósito de la investigación, el tipo de información que se recopilará, y cómo será utilizada.

Además, es esencial que los participantes sean informados de su derecho a la privacidad y a la voluntariedad en su participación, sin que ello implique ningún tipo de repercusión negativa para su formación o carrera dentro de la escuela. La confidencialidad debe ser estricta, y la información recolectada debe ser manejada de manera anónima y protegida, evitando cualquier tipo de identificación directa de los participantes. Asimismo, se debe garantizar que la investigación no cause daño físico ni emocional a los cadetes, respetando siempre su bienestar. Todos los procedimientos deben seguir las normativas y protocolos establecidos por la institución para asegurar que la investigación se conduzca de acuerdo con las normas éticas y legales que rigen el ámbito académico y militar.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Análisis descriptivo

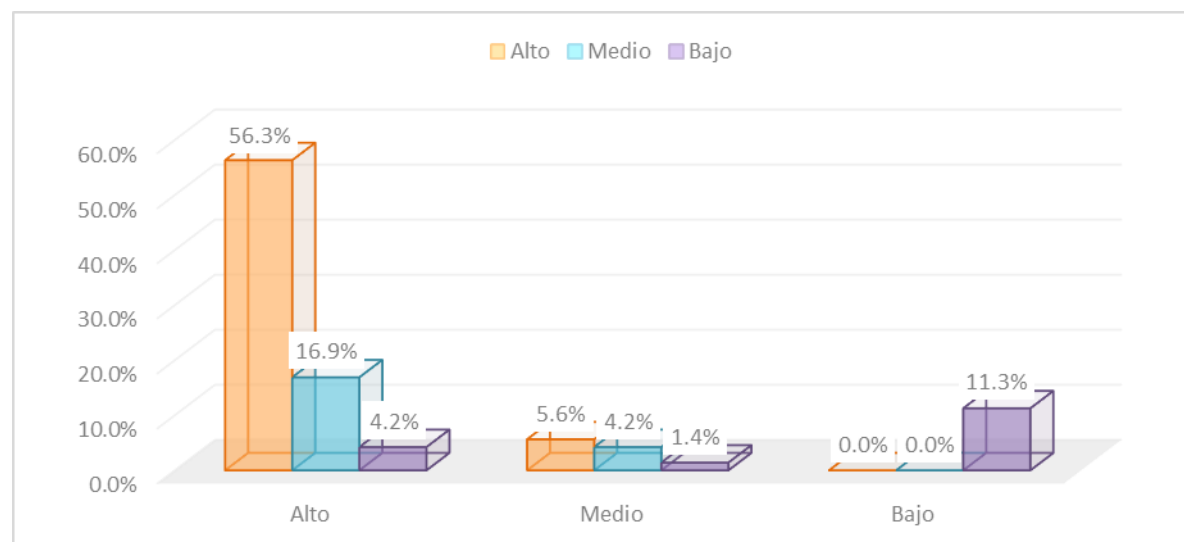
Resultados en base al Objetivo General: Instrucción de meteorología y Desempeño del tiro

**Tabla 6**  
*Instrucción de meteorología y Desempeño del tiro*

		V2. Desempeño del tiro			Total	
		Alto	Medio	Bajo		
V1. Instrucción de meteorología	Alto	Recuento	40	12	3	55
		% del total	56.3%	16.9%	4.2%	77.5%
	Medio	Recuento	4	3	1	8
		% del total	5.6%	4.2%	1.4%	11.3%
	Bajo	Recuento	0	0	8	8
		% del total	0.0%	0.0%	11.3%	11.3%
Total		Recuento	44	15	12	71
		% del total	62.0%	21.1%	16.9%	100.0%

Nota: Tabla de contingencia realizado con la base de datos del Anexo 05  
Fuente: SPSS 27

**Figura 3**  
*Instrucción de meteorología y Desempeño del tiro*



Nota: Tabla de contingencia realizado con la base de datos del Anexo 05  
Fuente: SPSS 27

**Interpretación:** Mediante la Tabla 6 y en la Figura 3, se observa que un alto nivel de instrucción en meteorología se relaciona con un alto desempeño en los tiros, dado que 40

cadetes que manifestaron tener una instrucción alta en meteorología lograron también un desempeño alto en las prácticas de tiro, representando el 56.3% del total de participantes. Este hallazgo es significativo porque indica que una formación sólida en meteorología contribuye directamente a la mejora en la precisión y efectividad de los disparos, lo que coincide con la teoría que señala la importancia de ajustar los tiros según las condiciones atmosféricas.

Asimismo, 12 cadetes con alta instrucción meteorológica mostraron un desempeño medio en los tiros, representando un 16.9%, mientras que solo 3 cadetes con alta instrucción presentaron un bajo desempeño (4.2%). Esto evidencia que, aunque la mayoría con alta formación meteorológica tiene buen desempeño, existen casos donde el rendimiento puede variar debido a otros factores, como la experiencia práctica o habilidades individuales. Por otro lado, entre los cadetes con instrucción media en meteorología, la mayoría tuvo un desempeño medio o bajo, con 4 y 3 cadetes respectivamente, lo que sugiere que un nivel intermedio de formación meteorológica no garantiza un alto rendimiento en el tiro.

Un punto importante es que ningún cadete con baja instrucción meteorológica alcanzó un alto desempeño en los tiros. De hecho, los 8 cadetes que reportaron bajo nivel de instrucción también mostraron un bajo desempeño, lo que representa un 11.3% del total y señala una clara asociación negativa entre una preparación meteorológica deficiente y un rendimiento bajo en las prácticas de tiro. Estos datos apoyan la hipótesis de que la instrucción en meteorología es un factor determinante para la efectividad en las operaciones de artillería, ya que un conocimiento insuficiente limita la capacidad para ajustar disparos en función de variables climáticas.

Por lo cual, la tabla demuestra una relación positiva entre la instrucción meteorológica y el desempeño en tiros, donde un mayor nivel de formación se asocia con mejor rendimiento, mientras que niveles bajos de instrucción coinciden con un desempeño deficiente. Este análisis destaca la necesidad de fortalecer la formación meteorológica en los cadetes de artillería para optimizar su precisión y efectividad en el campo de entrenamiento y combate.

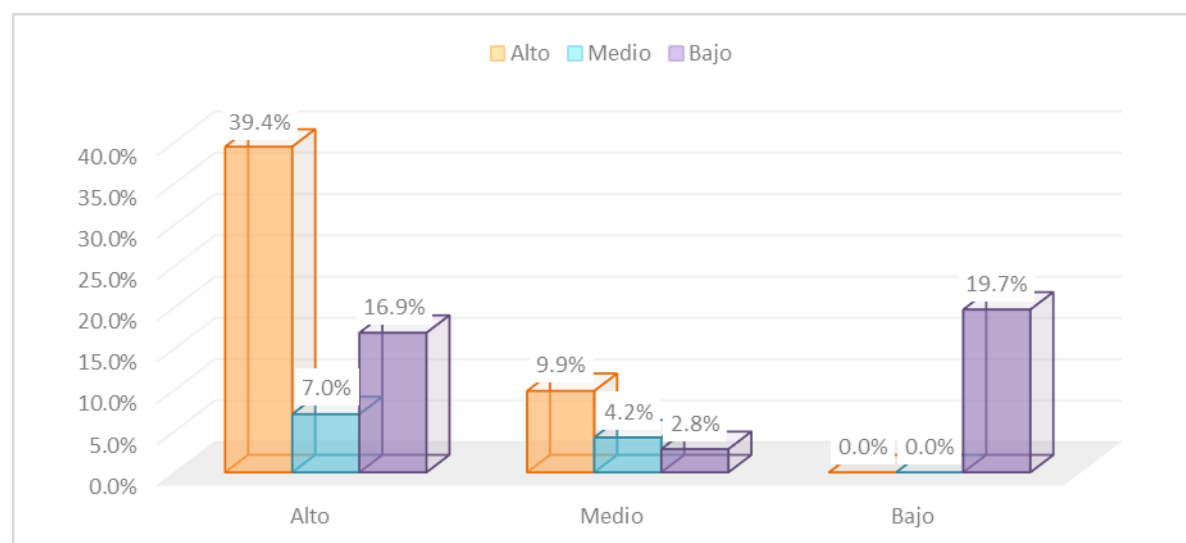
Resultados en base al Objetivo Específico 1: Formación teórica y Desempeño del tiro.

**Tabla 7**  
*Formación teórica y Desempeño del tiro*

		V2. Desempeño del tiro			Total	
		Alto	Medio	Bajo		
D1. Formación teórica	Alto	Recuento	28	5	12	45
		% del total	39.4%	7.0%	16.9%	63.4%
	Medio	Recuento	7	3	2	12
		% del total	9.9%	4.2%	2.8%	16.9%
	Bajo	Recuento	0	0	14	14
		% del total	0.0%	0.0%	19.7%	19.7%
Total		Recuento	35	8	28	71
		% del total	49.3%	11.3%	39.4%	100.0%

Nota: Tabla de contingencia realizado con la base de datos del Anexo 05  
Fuente: SPSS 27

**Figura 4**  
*Formación teórica y Desempeño del tiro*



Nota: Tabla de contingencia realizado con la base de datos del Anexo 05  
Fuente: SPSS 27

**Interpretación:** Mediante la Tabla 7 y en la Figura 4, se observa que un alto nivel de formación teórica está asociado a un mejor desempeño en tiros, ya que 28 cadetes con formación teórica alta lograron un desempeño alto, representando un 39.4% del total. Esta cifra revela que la base conceptual y el entendimiento de principios como la meteorología aplicada y la balística contribuyen significativamente a que los cadetes puedan realizar tiros más

precisos y efectivos. Esto coincide con estudios que destacan la importancia de la preparación teórica para fortalecer la capacidad de análisis y ajuste en la artillería.

Asimismo, dentro del grupo de formación teórica alta, 5 cadetes tuvieron un desempeño medio, y 12 presentaron un desempeño bajo. Estos datos sugieren que, aunque la formación teórica es un factor importante, no es el único que determina la precisión de los tiros. Factores como la formación práctica, la experiencia y la capacidad de aplicar los conocimientos en campo también juegan un papel fundamental. En contraste, los cadetes con formación teórica media tuvieron un desempeño más equilibrado, con 7 en desempeño alto, 3 en medio y 2 en bajo, lo que indica que un nivel intermedio de conocimiento puede aún contribuir a un desempeño aceptable, aunque no óptimo.

Un dato crucial es que ningún cadete con formación teórica baja alcanzó un desempeño alto o medio; todos los 14 cadetes con formación baja reportaron un desempeño bajo en los tiros, lo que representa un 19.7% del total. Este resultado muestra una clara correlación negativa entre la insuficiencia en formación teórica y el bajo rendimiento en las prácticas, indicando que la falta de una base sólida de conocimientos afecta directamente la capacidad para realizar tiros precisos y efectivos. Esta relación destaca la necesidad de fortalecer la formación teórica como un componente clave para mejorar el desempeño general en artillería.

En resumen, la tabla confirma que un buen nivel de formación teórica es esencial para lograr un desempeño alto en tiros, mientras que su carencia conduce a resultados deficientes. Por ello, es fundamental que la Escuela Militar enfoque esfuerzos en mejorar y reforzar la formación teórica de los cadetes para optimizar la precisión en las maniobras de artillería.

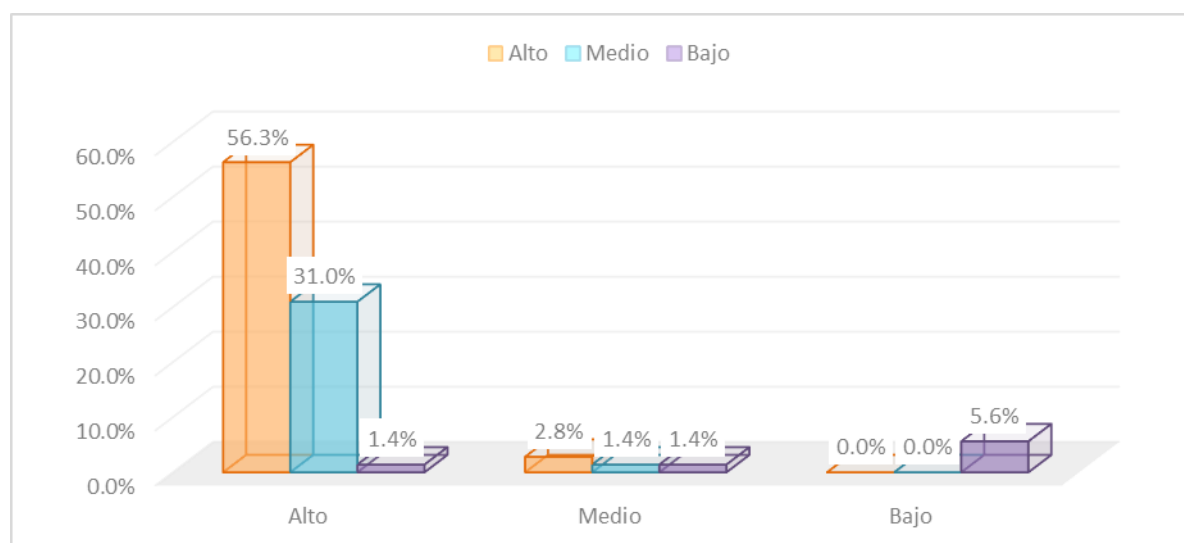
Resultados en base al Objetivo Específico 2: Formación práctica y Desempeño del tiro.

**Tabla 8**  
*Formación práctica y Desempeño del tiro*

		V2. Desempeño del tiro			Total	
		Alto	Medio	Bajo		
D2. Formación práctica	Alto	Recuento	40	22	1	63
		% del total	56.3%	31.0%	1.4%	88.7%
	Medio	Recuento	2	1	1	4
		% del total	2.8%	1.4%	1.4%	5.6%
	Bajo	Recuento	0	0	4	4
		% del total	0.0%	0.0%	5.6%	5.6%
Total		Recuento	42	23	6	71
		% del total	59.2%	32.4%	8.5%	100.0%

Nota: Tabla de contingencia realizado con la base de datos del Anexo 05  
Fuente: SPSS 27

**Figura 5**  
*Formación práctica y Desempeño del tiro*



Nota: Tabla de contingencia realizado con la base de datos del Anexo 05  
Fuente: SPSS 27

**Interpretación de la Dimensión 2, V1:** Mediante la Tabla 8 y en la Figura 5, Se observa que la mayoría de los cadetes que reportaron una formación práctica alta lograron también un alto desempeño en los tiros, con 40 cadetes en esta categoría, lo que representa un 56.3% del total. Este resultado evidencia que la experiencia y el entrenamiento práctico son fundamentales para mejorar la precisión y efectividad de los disparos, ya que permiten a los cadetes aplicar en la práctica los conocimientos adquiridos y adaptarse a las condiciones

cambiantes del terreno y del clima. Además, 22 cadetes con formación práctica alta tuvieron un desempeño medio, mientras que solo 1 cadete mostró un bajo desempeño, lo que refuerza la importancia de la formación práctica en la obtención de buenos resultados.

Por otro lado, los cadetes con un nivel medio de formación práctica presentaron un desempeño más variado. De ellos, 2 alcanzaron un desempeño alto, 1 tuvo un desempeño medio y otro un desempeño bajo, lo que indica que aunque la formación práctica en niveles intermedios puede contribuir al rendimiento, no garantiza la excelencia en el desempeño de los tiros. Finalmente, entre los cadetes con baja formación práctica, ninguno logró un desempeño alto o medio, y 4 cadetes registraron un desempeño bajo, representando un 5.6% del total. Esto señala que la falta de entrenamiento práctico es un factor determinante en la baja precisión y efectividad de los disparos, destacando la necesidad de fortalecer este aspecto en la formación militar.

En síntesis, la tabla demuestra una fuerte relación positiva entre la formación práctica y el desempeño en los tiros de artillería, donde un mayor nivel de entrenamiento práctico se asocia con mejores resultados. Esta evidencia resalta la importancia de implementar programas de entrenamiento y simulaciones que permitan a los cadetes perfeccionar sus habilidades prácticas para optimizar su desempeño en escenarios reales de combate.

Resultados en base al Objetivo Específico 3: Aplicación operacional y Desempeño del tiro.

**Tabla 9**

*Aplicación operacional y Desempeño del tiro*

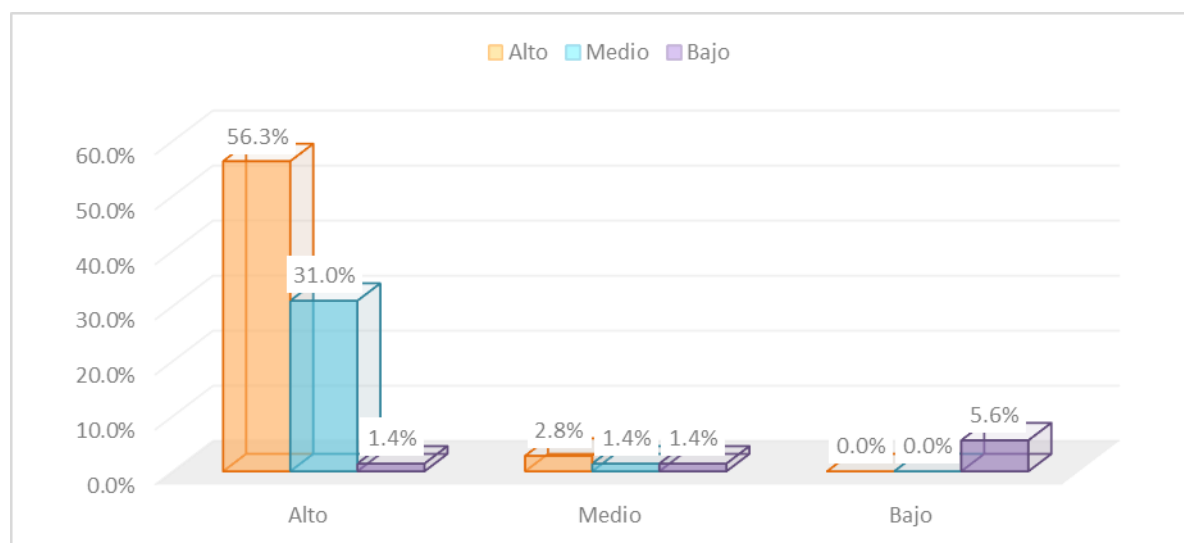
		V2. Desempeño del tiro			Total	
		Alto	Medio	Bajo		
D3. Aplicación operacional	Alto	Recuento	40	22	1	63
		% del total	56.3%	31.0%	1.4%	88.7%
	Medio	Recuento	2	1	1	4
		% del total	2.8%	1.4%	1.4%	5.6%
	Bajo	Recuento	0	0	4	4
		% del total	0.0%	0.0%	5.6%	5.6%
Total		Recuento	42	23	6	71
		% del total	59.2%	32.4%	8.5%	100.0%

Nota: Tabla de contingencia realizado con la base de datos del Anexo 05

Fuente: SPSS 27

**Figura 6**

*Aplicación operacional y Desempeño del tiro*



Nota: Tabla de contingencia realizado con la base de datos del Anexo 05

Fuente: SPSS 27

**Interpretación de la Dimensión 3, V1:** Mediante la Tabla 9 y en la Figura 6, Se observa que la mayoría de los cadetes que reportaron un alto nivel de aplicación operacional también alcanzaron un alto desempeño en los tiros, con 40 cadetes (56.3%) en esta categoría. Esto indica que la capacidad de aplicar efectivamente los conocimientos y habilidades en situaciones reales o simuladas está estrechamente vinculada con un mejor rendimiento en la

precisión de los disparos, confirmando la importancia de la práctica y ejecución en condiciones operacionales para el éxito en la artillería. Además, 22 cadetes con alta aplicación operacional presentaron un desempeño medio y solo uno tuvo un desempeño bajo, lo que refuerza la idea de que la aplicación constante y adecuada favorece mejores resultados.

Por otra parte, aquellos con una aplicación operacional media mostraron resultados mixtos: dos alcanzaron un desempeño alto, uno medio y otro bajo, evidenciando que un nivel intermedio de aplicación puede producir resultados variados, pero no asegura un desempeño alto sostenido. Finalmente, los cadetes con baja aplicación operacional no alcanzaron desempeños altos o medios, ya que los cuatro que reportaron este nivel presentaron un desempeño bajo, representando un 5.6% del total. Este grupo destaca la relación negativa entre una pobre aplicación en el terreno y un bajo rendimiento en los disparos, subrayando la necesidad de fortalecer la ejecución y adaptación operacional.

En conclusión, esta tabla demuestra una clara correlación positiva entre la aplicación operacional y el desempeño en tiros, destacando que un mayor compromiso y habilidad para ejecutar las tareas en condiciones reales contribuyen significativamente a la precisión y efectividad en la artillería. Por ello, es esencial que la formación militar promueva y desarrolle esta dimensión para optimizar los resultados en el campo de batalla.

## 4.2. Análisis inferencial

### 4.2.1. Contrastación de la Hipótesis General (HG)

#### Paso 1.

HG<sub>0</sub> : No existe una relación directa y significativa entre la instrucción de meteorología y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

HG<sub>a</sub> : Existe una relación directa y significativa entre la instrucción de meteorología y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

#### Paso 2.

El nivel de significancia, representado como  $\alpha$ , es igual a 0.05, lo que equivale al 5%

#### Paso 3.

La prueba estadística y el nivel de relación de Spearman.

**Tabla 10**

*Prueba de correlación de Spearman de la hipótesis general*

		V1. Aprendizaje por competencias		V2. Formación profesional
Rho de Spearman	V1. Aprendizaje por competencias	Coefficiente de correlación	1.000	0.815
		Sig. (bilateral)		0.000
		N	48	48
	V2. Formación profesional	Coefficiente de correlación	0.815	1.000
		Sig. (bilateral)	0.000	
		N	48	48

Nota: “Información realizada con la base de datos del anexo 05  
Fuente: SPSS 27

**Interpretación:** Como el coeficiente de Rho de Spearman es 0.815, existe una correlación positiva alta. Además, el nivel de significancia es 0.000 es menor que 0.05 ( $0.000 < 0.05$ ).

**Paso 4.**

La regla de decisión es la siguiente:

- Rechazar  $H_0$  si sig (p-valor) es menor que 0.05.
- Aceptar  $H_0$  si sig (p-valor) es mayor que 0.05.

**Paso 5.**

Decisión estadística. Si  $0.000 < 0.05$ . Rechazar  $H_0$

**Paso 6.**

Conclusión: se rechaza la hipótesis general nula y se acepta la hipótesis general alterna, esto indica que si existe una relación directa y significativa entre la instrucción de meteorología y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

#### 4.2.2. Contrastación de la Hipótesis Específica 1 (HE1)

##### Paso 1.

HE1<sub>0</sub> : No existe una relación directa y significativa entre la formación teórica y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

HE1<sub>a</sub> : Existe una relación directa y significativa entre la formación teórica y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

##### Paso 2.

El nivel de significancia, representado como  $\alpha$ , es igual a 0.05, lo que equivale al 5%

##### Paso 3.

La prueba estadística y el nivel de relación de Spearman.

**Tabla 11**

*Prueba de correlación de Spearman de la Hipótesis Específica 1*

		D1. Planificación por competencias			V2. Formación profesional	
Rho de Spearman	D1. Planificación por competencias	Coeficiente de correlación	1.000		0.914	
		Sig. (bilateral)			0.000	
		N	48		48	
	V2. Formación profesional	Coeficiente de correlación	0.914		1.000	
		Sig. (bilateral)	0.000			
		N	48		48	

Nota: Información realizada con la base de datos del anexo 05

Fuente: SPSS 27

**Interpretación:** Como el coeficiente de Rho de Spearman es 0.914, existe una correlación positiva muy alta. Además, el nivel de significancia es 0.000 es menor que 0.05 ( $0.000 < 0.05$ ).

**Paso 4.**

La regla de decisión es la siguiente:

- Rechazar  $H_0$  si sig (p-valor) es menor que 0.05.
- Aceptar  $H_0$  si sig (p-valor) es mayor que 0.05.

**Paso 5.**

Decisión estadística. Si  $0.000 < 0.05$ . Rechazar  $H_0$

**Paso 6.**

Conclusión: se rechaza la hipótesis Específica 1 nula y se acepta la hipótesis Específica 1 alterna, esto indica que si existe una relación directa y significativa entre la formación teórica y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

### 4.2.3. Contrastación de la Hipótesis Específica 2 (HE2)

#### Paso 1.

HE<sub>20</sub> : No existe una relación directa y significativa entre la formación práctica y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

HE<sub>2a</sub> : Existe una relación directa y significativa entre la formación práctica y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

#### Paso 2.

El nivel de significancia, representado como  $\alpha$ , es igual a 0.05, lo que equivale al 5%

#### Paso 3.

La prueba estadística y el nivel de relación de Spearman.

**Tabla 12**

*Prueba de correlación de Spearman de la Hipótesis Específica 2*

			D2. Metodologías activas	V2. Formación profesional
Rho de Spearman	D2. Metodologías activas	Coeficiente de correlación	1.000	0.728
		Sig. (bilateral)		0.000
		N	48	48
	V2. Formación profesional	Coeficiente de correlación	0.728	1.000
		Sig. (bilateral)	0.000	
		N	48	48

Nota: Información realizada con la base de datos del anexo 05

Fuente: SPSS 27

**Interpretación:** Como el coeficiente de Rho de Spearman es 0.728, existe una correlación positiva alta. Además, el nivel de significancia es 0.000 es menor que 0.05 (0.000 < 0.05).

**Paso 4.**

La regla de decisión es la siguiente:

- Rechazar  $H_0$  si sig (p-valor) es menor que 0.05.
- Aceptar  $H_0$  si sig (p-valor) es mayor que 0.05.

**Paso 5.**

Decisión estadística. Si  $0.000 < 0.05$ . Rechazar  $H_0$

**Paso 6.**

Conclusión: se rechaza la hipótesis Específica 2 nula y se acepta la hipótesis Específica 2 alterna, esto indica que si existe una relación directa y significativa entre la formación práctica y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

#### 4.2.4. Contrastación de la Hipótesis Específica 3 (HE3)

##### Paso 1.

HE3<sub>0</sub> : No existe una relación directa y significativa entre la aplicación operacional y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

HE3<sub>a</sub> : Existe una relación directa y significativa entre la aplicación operacional y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

##### Paso 2.

El nivel de significancia, representado como  $\alpha$ , es igual a 0.05, lo que equivale al 5%

##### Paso 3.

La prueba estadística y el nivel de relación de Spearman.

**Tabla 13**

*Prueba de correlación de Spearman de la Hipótesis Específica 3*

			D3. Evaluación auténtica	V2. Formación profesional
Rho de Spearman	D3. Evaluación auténtica	Coeficiente de correlación	1.000	0.809
		Sig. (bilateral)		0.000
		N	48	48
	V2. Formación profesional	Coeficiente de correlación	0.809	1.000
		Sig. (bilateral)	0.000	
		N	48	48

Nota: Información realizada con la base de datos del anexo 05  
Fuente: SPSS 27

**Interpretación:** Como el coeficiente de Rho de Spearman es 0.809, existe una correlación positiva alta. Además, el nivel de significancia es 0.000 es menor que 0.05 (0.000 < 0.05).

**Paso 4.**

La regla de decisión es la siguiente:

- Rechazar  $H_0$  si sig (p-valor) es menor que 0.05.
- Aceptar  $H_0$  si sig (p-valor) es mayor que 0.05.

**Paso 5.**

Decisión estadística. Si  $0.000 < 0.05$ . Rechazar  $H_0$

**Paso 6.**

Conclusión: se rechaza la hipótesis Específica 3 nula y se acepta la hipótesis Específica 3 alterna, esto indica que si existe una relación directa y significativa entre la aplicación operacional y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025”.

## CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En relación a la Hipótesis General, los resultados descriptivos mostraron un patrón claro y consistente: en la muestra de 71 cadetes, el 81.7% se ubicó en desempeño de tiro alto, el 15.5% en medio y apenas el 2.8% en bajo, evidenciándose un rendimiento global favorable. Al desagregar por niveles de instrucción de meteorología, el 84.5% perteneció al grupo con instrucción alta, el 14.1% a instrucción media y el 1.4% a instrucción baja. Dentro de cada nivel, la asociación fue monótonica: con instrucción alta, 56 de 60 cadetes alcanzaron desempeño alto (93.3%) y ninguno cayó en nivel bajo; con instrucción media, 2 de 10 estuvieron en alto (20%), 7 en medio (70%) y 1 en bajo (10%); y el único caso con instrucción baja se asoció a desempeño bajo (100%). Mirando por columnas, el 96.6% de los desempeños altos provino del grupo con instrucción alta (56/58), mientras que el 63.6% de los desempeños medios se concentró en instrucción media (7/11) y los desempeños bajos se distribuyeron entre instrucción media (1/2) y baja (1/2). En suma, la probabilidad de ubicarse en el nivel alto fue sustancialmente mayor cuando la instrucción de meteorología fue elevada.

En el análisis inferencial, la correlación de Spearman estimada para la relación entre instrucción de meteorología y desempeño del tiro arrojó un coeficiente  $\rho=0.815$  con significancia  $p=0.000$  ( $<0.05$ ). Este valor se interpretó como una asociación positiva alta, indicando que a mayores niveles de instrucción meteorológica se correspondieron mayores niveles de desempeño del tiro. Bajo la regla de decisión establecida, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la alterna, confirmando estadísticamente la relación directa y significativa entre ambas variables. Operacionalmente, ello implicó que la incorporación disciplinada de contenidos meteorológicos (viento por niveles, densidad del aire, presión y temperatura) en la preparación y la ejecución elevó de manera apreciable la probabilidad de lograr impactos efectivos con menos ajustes. Se reconoció, no obstante, que la asimetría de tamaños de grupo (predominio de instrucción alta) y el  $n$  extremadamente pequeño del nivel bajo sugerían cautela para la generalización y recomendaron reforzar futuros contrastes con muestras más balanceadas.

Al contrastar estos hallazgos con la literatura, el estudio de Mendoza (2024) en el GAC N.º 2 mostró que la integración de sistemas meteorológicos (en particular, viento, densidad y

presión) se asoció con mejoras de precisión y eficacia de tiro, hallando significación estadística en sus pruebas y validando empíricamente la contribución del componente atmosférico al rendimiento. La coincidencia con nuestros resultados fue estrecha: allí donde la medición, actualización y aplicación de los parámetros “MET” se profesionalizó, la ejecución tendió a ubicarse en niveles superiores y a reducir necesidades de ajuste, lo que refuerza la conveniencia de institucionalizar rutinas de captura y transferencia de datos meteorológicos en la instrucción y en la práctica del cadete.

La tesis de Tejero (2025) en aviación corroboró, desde otro dominio operativo, que los fenómenos atmosféricos adversos (turbulencia, cizalladura, engelamiento y baja visibilidad) impactaron la seguridad y exigieron decisiones informadas por datos y pronósticos. Aunque el contexto fue aeronáutico, la lógica de riesgo y la relevancia del dato meteorológico fueron análogas: cuando la organización, la tripulación y los sistemas asimilaron con oportunidad la información ambiental, la operación fue más segura y efectiva; cuando no lo hicieron, aumentaron la probabilidad de eventos críticos. Este paralelismo sostuvo la idea de que la instrucción de meteorología, en artillería, no solo fue académica, sino un habilitador directo de la calidad del tiro.

De manera complementaria, Yuste (2023) demostró que la variabilidad meteorológica local condicionó de forma mensurable el desempeño aeroportuario (transiciones IFR/VFR y retrasos), justificando modelos y procedimientos que internalizaran esa variabilidad en la gestión. El razonamiento fue trasladable: en entornos de tiro, la atmósfera “real” y su no homogeneidad espacial/temporal introdujeron errores si no se midió ni se corrigió adecuadamente; por el contrario, cuando la operación integró perfiles y umbrales meteorológicos pertinentes, la eficiencia y el resultado mejoraron. Así, la evidencia de operaciones aéreas reforzó el principio de que la competencia meteorológica aplicada redujo incertidumbre y elevó desempeño.

En síntesis, los resultados descriptivos e inferenciales de la presente investigación convergieron en la misma dirección que los antecedentes revisados: la instrucción de meteorología robusta se asoció con mayores probabilidades de desempeño alto y con la virtual desaparición de resultados bajos. La consistencia con un estudio artillero local (Mendoza) y con dos investigaciones de operaciones aéreas (Tejero y Yuste) sugirió que el valor agregado del componente meteorológico fue transversal a dominios y escalas de operación. Aunque la distribución muestral aconsejó prudencia, la magnitud del efecto observado y la coherencia

teórico–empírica respaldaron priorizar la formación meteorológica del cadete, fortalecer la captura/transferencia de datos y asegurar su integración sistemática en cálculos y procedimientos para sostener la calidad del tiro en futuras cohortes.

En relación a la Hipótesis Específica 1, el análisis descriptivo evidenció que la distribución del desempeño favoreció niveles altos y que esta tendencia se intensificó conforme aumentó la formación teórica. En el total de 71 cadetes, el 81.7% se ubicó en desempeño alto, el 15.5% en medio y el 2.8% en bajo. Al observar los niveles de la dimensión, el 76.1% perteneció al grupo con formación teórica alta, el 21.1% al grupo medio y el 2.8% al grupo bajo. Dentro de cada nivel, el patrón fue monótonico: con formación teórica alta, el 94.4% logró desempeño alto y no se registraron casos en bajo; con formación media, el 40.0% alcanzó desempeño alto, el 53.3% quedó en medio y el 6.7% en bajo; y con formación baja ( $n=2$ ), la distribución se dividió entre alto y bajo. Desde la perspectiva por columnas, el 87.9% de los desempeños altos provino del grupo con formación alta, mientras que la mayor parte de los desempeños medios se concentró en el grupo con formación media. Estas proporciones sugirieron que consolidar contenidos conceptuales se asoció con ejecuciones más estables y certeras, y que los déficits teóricos incrementaron la probabilidad de resultados intermedios o deficientes.

En el análisis inferencial, la prueba de Spearman para la relación entre formación teórica y desempeño del tiro arrojó  $\rho=0.914$  con  $p=0.000$ , lo que se interpretó como correlación positiva muy alta y estadísticamente significativa. Conforme a la regla de decisión (rechazar  $H_0$  si  $p<0.05$ ), se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna: existió relación directa y significativa entre la solidez de la formación teórica y el nivel de desempeño alcanzado. En términos operativos, este resultado implicó que la apropiación de conceptos (mapas y campos meteorológicos, variables atmosféricas fundamentales y su traducción a correcciones balísticas) se vinculó con una mayor probabilidad de ubicar los tiros en el nivel alto, reduciendo la necesidad de ajustes sucesivos y la variabilidad entre ráfagas. Se reconoció, no obstante, que la asimetría del tamaño de grupos (predominio del nivel alto) y el  $n$  pequeño del nivel bajo recomendaron incrementar el tamaño muestral en futuras mediciones para robustecer la precisión de los intervalos y de los estimadores.

Al contrastar estos hallazgos con la evidencia previa, el estudio de Cuéllar y Baños (2022), desarrollado con cadetes de Artillería de la propia Escuela Militar, había mostrado asociaciones positivas y significativas entre la optimización de la instrucción y la práctica de tiro ( $\rho$  general=0.820;  $p<.001$ ). Aunque su foco se situó en procesos de instrucción de batería (ocupación nocturna, puntería recíproca y uso de GPS), el mecanismo subyacente coincidió con nuestra interpretación: la estructura doctrinal y el dominio de contenidos técnicos que organizaban la ejecución elevaron el desempeño. En particular, su dimensión de “puntería recíproca” supuso comprensión de referencias y correcciones, lo que se alineó con la relevancia de una base conceptual sólida que nuestro estudio detectó como palanca del rendimiento.

De forma complementaria, la tesis de Caballero y Carrasco (2022), orientada al tiro con arma de corto alcance y la formación militar de cadetes había reportado correlaciones altas entre entrenamiento de tiro y formación integral ( $\rho=0.758$ ;  $p=0.000$ ), con alta confiabilidad de instrumentos. Aun cuando el tipo de arma y la situación de tiro diferían, la convergencia interpretativa fue clara: más allá del mero volumen de práctica, la asimilación conceptual de técnicas y criterios de ejecución explicó una fracción sustantiva del rendimiento. Trasladado a la artillería de campaña, la formación teórica funcionó como “gramática” de la ejecución: quien interiorizó conceptos y procedimientos redujo errores sistemáticos y mejoró la consistencia del grupo de impactos, lo que armonizó con la gradiente observada entre niveles de formación en nuestros datos.

Asimismo, el trabajo de Solís y Usueta (2020), que operó con cadetes de Infantería mediante un modelo de blanco y métricas objetivas de precisión–exactitud, demostró que incorporar criterios técnicos de evaluación mejoró de forma significativa la objetividad y se asoció fuertemente con el rendimiento táctico cuando se ponderaron conjuntamente probabilidad de acierto e impacto ( $r$  global=-0.956;  $p=0.000$ ). Aunque su enfoque se situó en la medición de resultados, su argumento reforzó el papel de la formación conceptual: la capacidad de comprender y aplicar criterios técnicos (equivalente, en nuestro caso, a dominar cómo se traducían las variables atmosféricas y las tablas balísticas a decisiones de puntería) se vinculó con mejoras notorias en el desempeño. De nuevo, el paralelismo con nuestros hallazgos fue directo: a mayor dominio de la teoría específica, menor fue la dispersión y más alta la probabilidad de ubicarse en el nivel superior.

En síntesis, los resultados descriptivos e inferenciales de la Hipótesis Específica 1 se alinearon con la evidencia empírica revisada: la formación teórica robusta se asoció con una

mayor probabilidad de desempeño alto y con la reducción de resultados medios o bajos. La consistencia con estudios en la misma institución (Cuéllar y Baños) y en otros contextos de tiro y desempeño (Caballero y Carrasco; Solís y Usueta) sugirió que la base conceptual actuó como un multiplicador del aprendizaje práctico y de la calidad de la ejecución. Aun reconociendo la asimetría muestral y el  $n$  pequeño del nivel bajo, la magnitud del efecto y la convergencia con antecedentes justificaron priorizar el fortalecimiento de contenidos teóricos (con énfasis en su transferencia a decisiones de puntería y corrección) como política formativa para sostener y escalar la calidad del tiro en futuras cohortes.

En relación a la Hipótesis Específica 2, el análisis descriptivo mostró que la distribución del desempeño favoreció ampliamente el nivel alto y que dicha ventaja se acentuó cuando la formación práctica fue elevada. En la muestra de 71 cadetes, el 81.7% se ubicó en desempeño alto, el 15.5% en medio y el 2.8% en bajo. Al desagregar por nivel de la dimensión, se constató que el 81.7% perteneció al grupo con formación práctica alta, el 15.5% al grupo medio y el 2.8% al grupo bajo. La lectura por filas evidenció un gradiente nítido: con formación práctica alta, el 94.8% alcanzó desempeño alto (55/58) y el 5.2% quedó en medio (3/58), sin casos en bajo; con formación práctica media, solo el 27.3% llegó a alto (3/11) y el 72.7% permaneció en medio (8/11), sin registros en bajo; y con formación práctica baja, los dos casos observaron desempeño bajo (2/2). Mirado por columnas, el 94.8% de los desempeños altos provino del grupo con formación alta (55/58) y el 5.2% del grupo medio (3/58); los desempeños medios se concentraron en el grupo medio (72.7%, 8/11) y el resto correspondió al grupo alto (27.3%); los desempeños bajos se asociaron totalmente al grupo bajo (2/2). En conjunto, estas proporciones sugirieron que la práctica intensiva, realista y verificada se asoció con ejecuciones más consistentes y con la virtual eliminación de resultados deficientes.

En el análisis inferencial, la correlación de Spearman entre formación práctica y desempeño del tiro arrojó  $\rho=0.728$  con  $p=0.000$ , lo que se interpretó como una asociación positiva alta y estadísticamente significativa. Bajo la regla de decisión establecida (rechazar  $H_0$  si  $p<0.05$ ), se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la alterna, confirmándose que mayores niveles de práctica se relacionaron con mejores niveles de desempeño. Operativamente, ello implicó que la repetición deliberada, la progresión de tareas y la verificación técnica sistemática se vincularon con mayor probabilidad de impactos dentro de tolerancias, menor necesidad de ajustes sucesivos y mayor estabilidad inter-ráfagas. Aun así, se reconoció que el

tamaño mínimo del grupo “bajo” y la asimetría a favor del grupo “alto” recomendaron ampliar y balancear la muestra en futuras mediciones para afinar estimaciones.

Al contrastar estos hallazgos con la literatura, el trabajo de Marchant (2021), orientado al laser-run en pentatlón moderno, había propuesto una progresión práctica específica para estabilizar el gesto de tiro bajo fatiga y mejorar la transición entre esfuerzos. Aunque el contexto deportivo difería del militar, el principio metodológico fue coincidente: la estructuración de la práctica en fases, con objetivos técnicos claros y control del esfuerzo, permitió elevar la consistencia del tiro. Nuestros datos reprodujeron esa lógica; cuando la práctica se sostuvo en niveles altos, la cohorte concentró resultados en el nivel superior y desaparecieron los desempeños bajos.

Asimismo, el estudio aplicado de Rodríguez (2020) sobre la sección de morteros del BCZM había abordado la dificultad del tiro manual proponiendo soluciones de automatización y rediseño organizativo. Más allá de la plataforma, su conclusión operativa apuntó a que la estandarización de procedimientos, el soporte tecnológico y la práctica guiada redujeron errores, aceleraron ciclos y mejoraron precisión. En la presente investigación, la mayor proporción de desempeños altos dentro del grupo con formación práctica elevada se interpretó de modo afín: cuando la práctica incorporó procedimientos depurados y herramientas que facilitaron la ejecución, el rendimiento se desplazó hacia la excelencia y disminuyó la variabilidad.

De forma complementaria, Paredes (2021) desarrolló un software para automatizar cálculos de tiro en artillería de campaña y demostró reducciones sustantivas en los tiempos de cómputo, con impactos directos en la eficiencia y en la calidad del apoyo de fuegos. El valor formativo de esa innovación residió en que la práctica, al apoyarse en herramientas que acortaron la brecha entre el cálculo y la ejecución, permitió dedicar más tiempo a la repetición con retroalimentación y a la corrección fina de la técnica. Los patrones observados en nuestros datos (alto desempeño concentrado donde la práctica fue intensa y verificada) resultaron coherentes con ese énfasis en entrenamiento asistido y orientado a estándares.

En síntesis, el análisis descriptivo e inferencial de la Hipótesis Específica 2 convergió en un mismo sentido: la formación práctica elevada se asoció con una probabilidad marcadamente mayor de desempeño alto y con la desaparición práctica de resultados bajos. La convergencia con la evidencia de Marchant, Rodríguez y Paredes reforzó la idea de que la

práctica estructurada, tecnificada y sometida a verificación continua actuó como un multiplicador del rendimiento. Aunque se recomendó equilibrar tamaños muestrales en futuras mediciones, la magnitud del efecto observado respaldó priorizar planes de práctica con progresiones claras, métricas de control y retroalimentación sistemática para sostener y escalar la calidad del tiro en próximas cohortes.

En relación a la Hipótesis Específica 3, el análisis descriptivo evidenció una asociación contundente entre la aplicación operacional y el desempeño del tiro. En la muestra de 71 cadetes, el 81.7% se ubicó en desempeño alto, el 15.5% en medio y el 2.8% en bajo. Al desagregar por niveles de la dimensión, el 81.7% correspondió a aplicación operacional alta (58), el 16.9% a media (12) y el 1.4% a baja (1). La lectura por filas mostró un gradiente nítido: con aplicación alta, el 96.6% alcanzó desempeño alto (56/58) y el 3.4% medio (2/58), sin casos en bajo; con aplicación media, solo el 16.7% llegó a alto (2/12), el 75.0% se concentró en medio (9/12) y el 8.3% en bajo (1/12); con aplicación baja, el único caso observado se asoció a desempeño bajo (1/1). Por columnas, el 96.6% de los desempeños altos provino del grupo con aplicación alta (56/58); los desempeños medios se concentraron en el nivel medio (81.8%, 9/11); y los desempeños bajos se repartieron entre aplicación media (1/2) y baja (1/2), con ausencia total del nivel alto. En suma, cuando la integración de insumos (meteorología, cómputo balístico, coordinación y retroalimentación) se aplicó de forma estricta y consistente, los resultados deficientes desaparecieron y la cohorte convergió en el nivel superior.

En el análisis inferencial, la correlación de Spearman entre aplicación operacional y desempeño del tiro fue  $\rho=0.809$  con  $p=0.000$ , lo que se interpretó como asociación positiva alta y estadísticamente significativa. De acuerdo con la regla de decisión (rechazar  $H_0$  si  $p<0.05$ ), se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, confirmando que mayores niveles de aplicación operacional se relacionaron con mejores niveles de desempeño. En términos operativos, este resultado implica que la transferencia disciplinada de la información meteorológica a las correcciones, el empleo de procedimientos estandarizados en la dirección de tiro y la retroalimentación inmediata tras cada serie redujeron la variabilidad, acortaron los ciclos de ajuste y elevaron la probabilidad de impactos dentro de tolerancias. Se reconoció, no obstante, que la asimetría de tamaños (predominio del nivel alto) y el  $n$  mínimo en “baja” recomiendan replicar con muestras más balanceadas para afinar estimaciones.

La evidencia dialogó estrechamente con Mendoza (2024), quien, en un contexto artillero nacional, demostró que la incorporación y actualización de sistemas meteorológicos (viento, densidad, presión y temperatura) en la planificación y ejecución mejoró la eficacia de tiro del lanzador múltiple, con contrastes estadísticamente significativos en varias dimensiones. El puente con nuestros hallazgos es directo: la aplicación operacional recoge precisamente ese tramo “de la medición a la decisión”, donde se materializan las correcciones, se programan los ajustes y se verifican los resultados; allí donde este tramo fue robusto, el desempeño se desplazó masivamente hacia el nivel alto (96.6% dentro del grupo con aplicación elevada).

Complementariamente, Tejero (2025) mostró, desde la seguridad operacional en aviación, que los fenómenos meteorológicos adversos demandan procedimientos operacionales que integren datos predictivos y herramientas tecnológicas (p. ej., LIDAR Doppler e IA) para mitigar riesgos; cuando la organización aplica de forma consistente dichas rutinas, la probabilidad de eventos críticos disminuye. La analogía funcional con la artillería es clara: la atmósfera introduce incertidumbre dinámica y espacial; solo una aplicación operacional estricta (esto es, transformar lecturas y pronósticos en decisiones de tiro oportunas y verificadas) contiene esa incertidumbre y preserva la calidad del resultado, tal y como sugiere el contraste entre el 96.6% de alto en el nivel “aplicación alta” y el 16.7% en “aplicación media”.

Finalmente, Caal (2022), aunque se centró en balística identificativa y alteraciones del arma, resaltó la importancia de protocolos rigurosos, control de calidad y verificación técnica para sostener conclusiones válidas en contextos forenses. Trasladado al terreno operativo, su mensaje estructural reforzó la idea de que estándares, checklists y rutinas de verificación constituyen el andamiaje de la aplicación operacional: sin esa capa, emergen sesgos, fallos de procedimiento y degradación de la evidencia/resultado; con esa capa, la ejecución se estabiliza. En nuestros datos, la ausencia de desempeños bajos en el nivel de aplicación alta y su presencia exclusiva en niveles medio/bajo ilustró precisamente ese papel “asegurador” de la aplicación sobre la calidad del tiro.

En síntesis, la convergencia entre el patrón descriptivo (concentración del rendimiento en nivel alto cuando la aplicación operacional es elevada) y la confirmación inferencial ( $p=0.809$ ;  $p=0.000$ ) se vio reforzada por antecedentes que, desde distintos dominios, llegan a la misma conclusión: operar con procedimientos integrados, estandarizados y verificados transforma información meteorológica y doctrinal en desempeño efectivo. Aun recomendando

ampliar y balancear la muestra, la magnitud del efecto observado justifica priorizar la aplicación operacional como eje de mejora continua: integración de datos en tiempo real, listas de verificación, ciclos breves de retroalimentación y auditorías de procedimiento para sostener (y replicar) la alta probabilidad de desempeño superior observada en esta cohorte.

## CONCLUSIONES

En relación al Objetivo General, se concluyó que existe relación directa y significativa entre la instrucción de meteorología y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería. Descriptivamente, el 81.7% de la cohorte alcanzó desempeño alto y, en instrucción alta, el 93.3% logró dicho desempeño sin casos en bajo, mientras que en instrucción media predominó el nivel medio y el único caso de instrucción baja se asoció con desempeño bajo. Inferencialmente, la correlación de Spearman arrojó  $\rho=0.815$  con  $p=0.000$ , indicador de asociación positiva alta; bajo la regla  $p<0.05$  se rechazó  $H_0$  y se aceptó la hipótesis alterna. Operacionalmente, integrar viento, presión, temperatura y densidad en cálculos y correcciones balísticas redujo ajustes sucesivos, contuvo la dispersión y elevó la probabilidad de impactos dentro de tolerancias, coherente con la concentración de resultados altos cuando la instrucción fue robusta. En síntesis, la formación meteorológica fortaleció la toma de decisiones en tiro, traducándose en eficacia; explicado, a mayor dominio de parámetros atmosféricos y su transferencia a la puntería, mayor estabilidad de los impactos y menor riesgo de rendimientos deficientes.

En relación al Objetivo Específico 1, se concluyó que existe relación directa y significativa entre la formación teórica y el desempeño del tiro en los cadetes de Artillería. Descriptivamente, el 76.1% integró el grupo con formación teórica alta, en el cual el 94.4% alcanzó desempeño alto y no hubo casos en bajo; con formación media, el 40.0% obtuvo alto, el 53.3% quedó en medio y el 6.7% en bajo, mientras que la formación baja ( $n=2$ ) se dividió entre alto y bajo. Por columnas el 87.9% de los desempeños altos provino de formación alta, el 10.3% de media y el 1.7% de baja, confirmando el gradiente. Inferencialmente, Spearman arrojó  $\rho=0.914$  con  $p=0.000$ , asociación positiva alta; bajo  $p<0.05$  se rechazó  $H_0$  y se aceptó la hipótesis alterna. Operativamente, la solidez en variables atmosféricas, mapas y correcciones balísticas simplificó decisiones, redujo errores, estabilizó la agrupación y disminuyó ajustes. Aun con asimetría a favor del nivel alto y  $n$  mínimo en nivel bajo, convergencia de patrones y prueba sustentó la conclusión. En términos simples, quien domina el porqué y el cómo de las correcciones convierte la teoría en decisiones de puntería; esa transferencia se reflejó en resultados altos y menos desempeños intermedios o deficientes.

En relación al Objetivo Específico 2, se concluyó que existe relación directa y significativa entre la formación práctica y el desempeño del tiro en los cadetes de Artillería. Descriptivamente, el 81.7% integró formación práctica alta; en ese grupo, el 94.8% alcanzó desempeño alto y el 5.2% medio, sin casos en bajo. Con formación media, el 27.3% llegó a alto y el 72.7% quedó en medio; en formación baja (n=2) ambos casos fueron bajos. Por columnas, el 94.8% de los altos provino del grupo alto; desempeños medios se concentraron en el grupo medio. Inferencialmente, Spearman fue  $\rho=0.728$  con  $p=0.000$ , asociación positiva alta; bajo  $p<0.05$  se rechazó  $H_0$  y se aceptó la hipótesis alterna. Operativamente, la práctica con progresión de tareas, repetición, retroalimentación y verificación estabilizó la ejecución, redujo ajustes y contuvo la dispersión; así desaparecieron los desempeños bajos donde la práctica fue elevada. Aunque hubo asimetría a favor del grupo alto y n mínimo en el grupo bajo, la coherencia entre proporciones y prueba sustentó la conclusión. En breve, entrenar con repeticiones, estándares y controles convirtió el procedimiento en hábito técnico; ese hábito se tradujo en tiros dentro de tolerancias, menos correcciones y mayor probabilidad de ubicarse en el nivel alto.

En relación al Objetivo Específico 3, se concluyó que existe relación directa y significativa entre la aplicación operacional y el desempeño del tiro en los cadetes de Artillería. Descriptivamente, 81.7% estuvo en aplicación alta; allí, 96.6% alcanzó alto y 3.4% medio, sin bajos. Con aplicación media, 16.7% alto, 75.0% medio y 8.3% bajo; con aplicación baja (n=1) fue bajo. Por columnas, 96.6% de los altos provino de aplicación alta y 81.8% de los medios de aplicación media, confirmando el gradiente. Inferencialmente, Spearman arrojó  $\rho=0.809$  con  $p=0.000$ , asociación positiva alta; con  $p<0.05$  se rechazó  $H_0$  y se aceptó la hipótesis alterna. Operativamente, aplicar procedimientos (integrar datos al cómputo, coordinar dirección y retroalimentar) redujo variabilidad, acertó ajustes y elevó la probabilidad de impactos en tolerancia; así desaparecieron bajos donde la aplicación fue elevada. Aunque hubo asimetría a favor del nivel alto y n mínimo en el nivel bajo, la convergencia de patrones y prueba respaldó la inferencia. En suma, convertir información en acción mediante listas de verificación y revisión post-serie volvió el procedimiento disciplina; esa disciplina se reflejó en consistencia de impactos y probabilidad de ubicarse en el nivel alto. En términos simples, aplicar bien lo planificado reduce errores y estabiliza resultados operativos finales.

## RECOMENDACIONES

En relación a la conclusión del Objetivo General, que el Señor General de Brigada Director de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” disponga: déficit de estandarización MET en el currículo, incorporar un Módulo “Meteorología para el tiro” con sílabos, resultados de aprendizaje y evaluación por competencias; escasez de instrumentos calibrados, adquirir e implementar estaciones meteorológicas portátiles, anemómetros ultrasónicos, barómetros digitales y termohigrómetros con plan anual de calibración y trazabilidad; baja trazabilidad de datos, exigir bitácoras MET-balísticas y formatos METCM/METB3 firmados por responsable; integración tardía de MET al proceso de tiro, instituir listas de verificación (SOP) desde el apresto hasta la evaluación del impacto; evaluación heterogénea, aplicar rúbricas y pruebas prácticas validadas; formación desigual de instructores, certificar y reciclar al cuadro docente en OMM/ICAO-MET aplicado a artillería; retroalimentación limitada, instaurar AAR instrumentados con métricas de dispersión y consumo de munición; soporte digital insuficiente, integrar software de cálculo y tablero de indicadores. Esto favorecerá a los cadetes al elevar la probabilidad de primer impacto, reducir la dispersión y fortalecer su toma de decisiones técnica; a la EMCH “CFB” le permitirá ahorrar munición y tiempo de instrucción, estandarizar la calidad académica y evidenciar cumplimiento del SIEDE con trazabilidad auditable.

En relación a la conclusión del Objetivo Específico 1, que el Señor General de Brigada Director de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” disponga: contenidos teóricos fragmentados, rediseñar el plan de estudios con una ruta de aprendizaje secuencial (atmósfera-medición-balística) y aula invertida; bibliografía desactualizada, dotar un repositorio digital con normas OMM, manuales de fuego y lecturas clave; escasez de instrumentos didácticos, implementar kits de laboratorio MET (mini-estación, veleta, psicrómetro digital) para prácticas conceptuales; evaluación poco objetiva, adoptar bancos de ítems y rúbricas analíticas alineadas a niveles de logro; escasa resolución de problemas, crear un banco de casos y ejercicios de corrección por viento, presión, temperatura y densidad; monitoreo formativo débil, aplicar pruebas diagnósticas y de salida con retroalimentación personalizada. Con ello los cadetes transformarán teoría en decisiones de puntería, disminuirán errores conceptuales y estabilizarán agrupaciones; la EMCH “CFB” consolidará evidencias de aprendizaje, elevará tasas de logro en cursos críticos y fortalecerá su posicionamiento académico con documentación estandarizada y auditable.

En relación a la conclusión del Objetivo Específico 2, que el Señor General de Brigada Director de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” disponga: horas prácticas insuficientes, establecer un Plan Maestro de Prácticas con progresión de tareas, rotaciones por roles y metas de desempeño; verificación operativa limitada, introducir listas de chequeo por estación (observación, cómputo, dirección, pieza) y rúbricas de ejecución; carencia de instrumentación en campo, equipar cada pelotón con kits MET portátiles, telémetros y registradores de datos, asegurando calibración trimestral; retroalimentación débil, implementar AAR con fichas de causas/acciones correctivas y registro fotométrico de blancos; simulación escasa, instalar simuladores de tiro y de viento para repetición deliberada; evidencia de práctica dispersa, exigir bitácoras digitales por cadete y tablero de control de prácticas. Esto permitirá a los cadetes consolidar hábitos técnicos, acortar ciclos de ajuste y eliminar rendimientos bajos; a la EMCH “CFB” le generará eficiencia logística (menor consumo por ajuste), mayor seguridad en campo y una trazabilidad que soporte auditorías y acreditación.

En relación a la conclusión del Objetivo Específico 3, que el Señor General de Brigada Director de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” disponga: procedimientos operacionales heterogéneos, aprobar un SOP de “Aplicación MET al proceso de tiro” con responsables y tiempos estándar; integración de datos no sistemática, exigir briefing MET previo con productos METCM/METB3 y actualización por ventana temporal; coordinación y comunicaciones irregulares, normalizar nets y mensajes de corrección con formatos únicos; evaluación post-serie insuficiente, institucionalizar la medición instrumentada de dispersión y el registro de correcciones tomadas; ausencia de indicadores, crear un tablero con KPIs (primer impacto, CEP, ajustes medios, consumo); soporte tecnológico limitado, integrar software de tiro y repositorio de historiales MET-balísticos. Con ello, los cadetes aplicarán disciplinadamente lo planificado, reducirán variabilidad y ganarán consistencia de impactos; la EMCH “CFB” estandarizará la operación de sus ejercicios, escalará buenas prácticas entre promociones y optimizará recursos, fortaleciendo su prestigio institucional y capacidad de rendición de cuentas.

## REFERENCIAS

- Acosta Aranibar, N. M. (2021). Adaptación de los procedimientos de dirección del tiro de artillería de campaña en la técnica de tiro de morteros de 120 mm en operaciones de baja intensidad. *Revista Científica de la Escuela Superior de Guerra del Ejército*, 1(2), 115–120. <http://revistas.esge.edu.pe/rcesge/article/view/72>
- Agencia Nacional de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (ANEAES). (2024). *Criterios de calidad – Licenciatura en Artes y Educación Artística*. [https://www.aneaes.gov.py/wp-content/uploads/2024/07/Crit.\\_de\\_Calidad\\_-\\_Lic.\\_Artes\\_y\\_Educ.\\_Artistica.pdf](https://www.aneaes.gov.py/wp-content/uploads/2024/07/Crit._de_Calidad_-_Lic._Artes_y_Educ._Artistica.pdf)
- Ahmed, A. M., & Hassan, M. (2024). Model-based correction of meteorological effects on artillery projectile trajectory. *Arab Scientific Journal of Applied Sciences and Technology*. [https://asat.journals.ekb.eg/article\\_453556\\_68605b146678e279c3847541a23caa31.pdf](https://asat.journals.ekb.eg/article_453556_68605b146678e279c3847541a23caa31.pdf)
- Areu-Cabrera, J. J. (2024). La importancia de la ciencia abierta en las universidades y la sociedad. *Revista UNIMAR*, 42(1), 68–83. <https://doi.org/10.31948/Rev.unimar/unimar42-1-art2>
- Barreda Vargas, D., Rosas Espinoza, J., & Toro Aguilar, M. (2018). *La calidad de los datos meteorológicas y su influencia en la precisión de los tiros de los lanzadores múltiples 90B en el Grupo de Artillería de Campaña N.º 2, Chorrillos 2017* [Tesis de licenciatura, Escuela Militar de Chorrillos “CFB”]. Repositorio EMCH. <https://repositorio.escuelsamilitar.edu.pe/server/api/core/bitstreams/0d6861bd-9912-44cd-bd2d-e614bb611bac/content> Repositorio Escuela Militar
- Caal, E. (2022). *Los métodos de identificación de las armas de fuego y las formas más comunes de alteración balística*. [Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales], Universidad Rafael Landívar. <https://biblior.url.edu.gt/wp-content/uploads/publiwevg/Tesis/2022/07/03/Caal-Edgar.pdf>
- Caballero Almonte, J., & Carrasco Pastor, J. (2022). *Entrenamiento de tiro con arma de corto alcance y la formación militar de los cadetes de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi” 2022*. [Tesis de Licenciatura, EMCH "CFB"], Escuela

Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”.  
<https://repositorio.esuelamilitar.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ee7bdead-9538-46f4-b01e-40d39413ac74/content>

CENEPRED. (2025). *Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres*. <https://www.gob.pe/cenepred>

Coll, F. (06 de octubre de 2020). *Baremo*. <https://economipedia.com/definiciones/baremo.html>

Comisión Multisectorial del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN). (2025). *Comunicados Oficiales del ENFEN – Condiciones El Niño/La Niña 2025*. <https://www.enfen.gob.pe/>

Correa-Arias, C. (2024). La formación del profesorado en la cultura del afecto: Una aproximación desde la neuroeducación. *Revista UNIMAR*, 42(1). <https://doi.org/10.31948/ru.v42i1.3850> Revistas UMARiana

Cronbach, L. J., & Meehl, P. E. (1955). Validez de constructo en pruebas psicológicas. *Psychological Bulletin*, 52(4), 281-302. <https://doi.org/10.1037/h0040957>

Cuellar Warthon, W., & Baños Palomino, M. (2022). *Optimización en la instrucción de batería en el fuego y las prácticas de tiro de artillería de campaña en la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, 2022*. [Tesis de Licenciatura, EMCH "CFB"], Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”. <https://repositorio.esuelamilitar.edu.pe/server/api/core/bitstreams/43db7197-d4b0-4d66-b535-1456b1afb2d0/content>

Department of the Army. (2014). *DA Pamphlet 385–63: Range Safety*. Washington, DC: Department of the Army. [https://home.army.mil/knox/1316/7768/3533/DA\\_Pam\\_385-63\\_Range\\_Safety\\_20140416.pdf](https://home.army.mil/knox/1316/7768/3533/DA_Pam_385-63_Range_Safety_20140416.pdf)

Department of the Army. (2016). *ATP 3-09.12: Field Artillery Target Acquisition*. Washington, DC: Department of the Army. [https://armypubs.army.mil/epubs/DR\\_pubs/DR\\_a/pdf/web/atp3\\_09x12.pdf](https://armypubs.army.mil/epubs/DR_pubs/DR_a/pdf/web/atp3_09x12.pdf)

Department of the Army. (2019). *ADP 7-0: Training*. Washington, DC: Department of the Army.

[https://armypubs.army.mil/epubs/DR\\_pubs/DR\\_a/pdf/web/ARN19189\\_AD207-0%20FINAL%20WEB.pdf](https://armypubs.army.mil/epubs/DR_pubs/DR_a/pdf/web/ARN19189_AD207-0%20FINAL%20WEB.pdf)

Department of the Army. (2024). *FM 3-09 Field Artillery Operations and Fire Support*.  
<https://armypubs.army.mil/ProductMaps/PubForm/FM.aspx>

Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100(3), 363–406.  
<https://doi.org/10.1037/0033-295X.100.3.363>

*EUREKA: Engineering Journal*. (2021). *Artículo (Id 3662)*. <https://www.journal.eu-jr.eu/engineering/article/view/3662>

Hernández, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas: cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill- educación.  
[http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1292/1/Hern% c3% a1ndez- %20Metodolog% c3% ada%20de%20la%20investigaci% c3% b3n.pdf](http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1292/1/Hern%c3%a1ndez-%20Metodolog%c3%ada%20de%20la%20investigaci%c3%b3n.pdf)

IBM. (2024). *Software IBM SPSS*. <https://www.ibm.com/es-es/spss>

Iglesias Martínez, M. J., Moncho Miralles, M., & Lozano Cabezas, I. (2019). Repensando la formación teórica a través del prácticum: experiencias de una docente novel. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, (23). <https://doi.org/10.18172/con.3557>

Iglesias Martínez, M. J., Moncho Miralles, M., & Lozano Cabezas, I. (2019). Repensando la formación teórica a través del Prácticum: Experiencias de una docente novel. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, (23), 83–100. <https://doi.org/10.18172/con.3557>

Institute of Education Sciences. (2023). *ERIC record ED631369*.  
<https://eric.ed.gov/?id=ED631369>

International Ballistics Society. (2019). *31st International Symposium on Ballistics – artículo (Id 33100)*. <https://www.dpi-proceedings.com/index.php/ballistics31/article/view/33100>

Ivan, J., Šustr, M., Sládek, D., Varecha, J., & Gregor, J. (2023). Emergency meteorological data preparation for artillery operations. En *Proceedings of the 20th International*

- Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO 2023)* (pp. 250–257). <https://doi.org/10.5220/0012205500003543>
- Joint Chiefs of Staff. (2018). *JP 3-60, Joint Targeting*. [https://irp.fas.org/doddir/dod/jp3\\_60.pdf](https://irp.fas.org/doddir/dod/jp3_60.pdf)
- Joint Chiefs of Staff. (2021). *CJCSM 3108.01, Joint electromagnetic spectrum operations management* (o. t.). <https://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Library/Manuals/CJCSM%203108.01.pdf>
- Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2005). Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education. *Academy of Management Learning & Education*, 4(2), 193–212. <https://doi.org/10.5465/amle.2005.17268566>
- Kolgomorov, A. (1933). Sobre la determinación empírica de una ley de distribución. *Giornale dell'Istituto Italiano degli Attuari*, 4, 83-91. <https://zbmath.org/59.1166.03>
- Lewin, T. (2021). Fire support in multi-domain operations: Implications for training. *Military Review*. <https://www.armyupress.army.mil/Journals/Military-Review/English-Edition-Archives/May-June-2021/Lewin-Fire-Support/>
- Likert, R. (1932). Una técnica para la medición de la actitud. *Archives of Psychology*(140), 5-55. [https://legacy.voteview.com/pdf/Likert\\_1932.pdf](https://legacy.voteview.com/pdf/Likert_1932.pdf)
- Machuca, F. (06 de junio de 2022). *8 técnicas de recolección de datos: descubre un mundo más allá de la encuesta*. <https://www.crehana.com/blog/transformacion-digital/tecnicas-recoleccion-de-datos/>
- Marchant, D. (2021). *Propuesta metodológica para mejorar la técnica de tiro y carrera en la prueba tiro carrera de pentatlón moderno en el grupo selección nacional chilena*. [Tesis de Licenciatura, Facultad de artes y educación física], Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (UMCE). [http://bibliorepo.umce.cl/tesis/educacion\\_fisica/2021\\_propuesta\\_metodologica\\_para\\_mejorar\\_la\\_tecnica\\_de\\_tiro\\_y\\_carrera\\_en\\_la\\_pru.pdf](http://bibliorepo.umce.cl/tesis/educacion_fisica/2021_propuesta_metodologica_para_mejorar_la_tecnica_de_tiro_y_carrera_en_la_pru.pdf)
- Marfull, A. (2024). El método hipotético deductivo de Karl Popper. *Agenda Juárez: marginalidad, vulnerabilidad y suburbanización del capital*, 16-20.

[https://www.academia.edu/119569960/El\\_metodo\\_hipotetico\\_deductivo\\_de\\_Karl\\_Popper](https://www.academia.edu/119569960/El_metodo_hipotetico_deductivo_de_Karl_Popper)

Mendoza Gómez Sánchez, Á. (2024). *Sistemas meteorológicos y eficacia de tiro del lanzador múltiple en el Grupo de Artillería de Campaña N° 2, 2024*. [Tesis de maestría, Escuela de Postgrado], Escuela Superior de Guerra del Ejército – Escuela de Postgrado (ESGE-EPG). <https://repositorio.esge.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b0b9d21f-40c5-4e58-a7f7-64514d80a8dc/content>

Muwembe, K. Y. (2024). *Understanding the regulatory framework of Aeronautical Meteorological Personnel Competency Standards* [Diapositivas de conferencia]. ICAO ESAF Regional Aeronautical Meteorology Seminar, Windhoek, Namibia. [https://www2023.icao.int/ESAF/Documents/meetings/2024/ESAF%20MET%20Seminar%204-6%20June%202024/Presentations/PPT11\\_Personnel%20Competency%20Standards.pdf](https://www2023.icao.int/ESAF/Documents/meetings/2024/ESAF%20MET%20Seminar%204-6%20June%202024/Presentations/PPT11_Personnel%20Competency%20Standards.pdf)

Ng, K. H., & Lee, K. C. (2015). A Preliminary study on meteorological effects for artillery fire accuracy. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, 13(2), 76–81. <https://www.iiisci.org/journal/pdv/sci/pdfs/JS320KF03.pdf>

NOAA. (1990). *Algorithms for confidence circles and ellipses (TR NOS 107 CGS 3)*. [https://www.ngs.noaa.gov/PUBS\\_LIB/AlgorithmsForConfidenceCirclesAndEllipses\\_TR\\_NOS107\\_CGS3.pdf](https://www.ngs.noaa.gov/PUBS_LIB/AlgorithmsForConfidenceCirclesAndEllipses_TR_NOS107_CGS3.pdf)

Novak, F. (2024). El rol de las Fuerzas Armadas del Perú en caso de desastres naturales. *Revista Científica General José María Córdova*, 22(48), 943–961. <https://doi.org/10.21830/19006586.1394>

Ñaupas, H., Valdivia, M. R., Palacios, J. J., & Romero, H. E. (2018). *Metodología de la investigación, Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis* (5a. ed.). Bogotá: Ediciones de la U. [https://doi.org/http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drugas\\_de\\_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf](https://doi.org/http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drugas_de_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf)

Paredes Otero, V. (2021). *La automatización de los cálculos de tiro en el Agrupamiento de Artillería Bolognesi*. [Tesis de maestría, Escuela de postgrado], Escuela Superior de

Guerra del Ejército – Escuela de Postgrado (ESGE-EPG).  
<https://repositorio.esge.edu.pe/server/api/core/bitstreams/eb6eb25f-81ce-4ced-89f6-1e2798d570f4/content>

Pérez Gamonal, D. G., & Vílchez Vidal, Y. G. (2024). Uso de las herramientas tecnológicas para el cálculo de datos de tiro y la formación militar de los cadetes de 4to año de Artillería de la EMCH “Coronel Francisco Bolognesi” 2024 [Tesis de licenciatura, Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”]. Repositorio Institucional.

<https://repositorio.escuelamilitar.edu.pe/server/api/core/bitstreams/0e281c2c-9742-42d8-b161-eb3d83f8b99a/content>

Qian, L., Chen, G., Tong, M., & Tang, J. (2022). General design principle of artillery for firing accuracy. *Defence Technology*, 18, 2125–2140.  
<https://doi.org/10.1016/j.dt.2022.09.001>

Qian, L., Chen, G., Tong, M., & Tang, J. (2022). General design principle of artillery for firing accuracy. *Defence Technology*, 18, 2125–2140.  
<https://doi.org/10.1016/j.dt.2022.09.001> Chung Duc Nguyen Dang

Rodríguez Díaz, J. (2020). *La dificultad del tiro en la sección de morteros del BCZM: Estudio sobre la implementación del fuego automatizado*. [Tesis de Licenciatura, Academia General Militar], Universidad de Zaragoza.  
<https://zaguan.unizar.es/record/101024/files/TAZ-TFG-2020-4538.pdf>

Rumiche Salinas, J. M. (2021). *El uso de simulación de combate para apoyar la doctrina de Artillería Antiaérea mediante la implementación de un Programa Estratégico en el Ejército del Perú* [Trabajo de suficiencia profesional, Escuela Militar de Chorrillos “CFB”]. <https://repositorio.escuelamilitar.edu.pe/server/api/core/bitstreams/11c6379e-1c4e-4ca2-b400-8f42fd3978a2/content>

Rumiche Salinas, J. M. (2021). *El uso de simulación de combate para la gestión de práctica por situaciones de entrenamiento* [Trabajo de suficiencia profesional, Escuela Militar de Chorrillos “CFB”]. Repositorio EMCH.  
<https://repositorio.escuelamilitar.edu.pe/server/api/core/bitstreams/65fe0c7c-03b6-44be-a207-99e48abb9572/content> Repositorio Escuela Militar

- Sánchez Cajo, L. E. (2021). [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio UNPRG. [https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/9787/S%C3%A1nchez\\_Cajo.pdf](https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/9787/S%C3%A1nchez_Cajo.pdf)
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2024). *Boletín Climatológico Mensual – Estación Campo de Marte, Lima (Serie 2024)*. Lima: SENAMHI. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=boletin>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2025). [Registro en repositorio]. <https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/4456>
- Smirnov, N. (1939). Sobre las desviaciones de la curva de distribución empírica (resumen en ruso y francés). *Matematicheskii Sbornik*, 48(6), 3-26. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177730256>
- Solis Llontop, F., & Usueta Castro, A. (2020). *Indicadores de eficiencia en la práctica de tiro y la calificación del rendimiento táctico de los cadetes del arma de infantería de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi” 2020*. [Tesis de Licenciatura, EMCH "CFB"], Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”. <https://repositorio.escuelamilitar.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3f6388f2-2d7a-4021-aae0-3f55e48a3376/content>
- Soto Sotomayor, J. G., & Villavicencio Suárez, A. (2023). Técnica de dirección y control de tiro y su relación con el uso de las piezas de artillería del GAC 2 de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, año 2023 [Tesis de licenciatura, Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.escuelamilitar.edu.pe/server/api/core/bitstreams/cce803c1-6151-4837-bd8a-d464b25fdd5a/content>
- Sousa, A. T. O. de, Formiga, N. S., Oliveira, S. H. dos S., Costa, M. M. L., & Soares, M. J. G. O. (2015). A utilização da teoria do cuidado cultural de Madeleine Leininger na assistência de enfermagem. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 68(4). <https://doi.org/10.1590/0034-7167.2015680420i>

- Sousa, A. T. O. de, Formiga, N. S., Oliveira, S. H. dos S., Costa, M. M. L., & Soares, M. J. G. O. (2015). A utilização da teoria da aprendizagem significativa no ensino da Enfermagem. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 68(4). <https://doi.org/10.1590/0034-7167.2015680420i> OasisBr
- Spearman, C. (1904). The Proof and Measurement of Association between Two Things. *The American Journal of Psychology*, 15, 72–101. <https://doi.org/10.2307/1412159>
- Spearman, C. E. (1904). Inteligencia general determinada y medida objetivamente. *The American Journal of Psychology*, 15(2), 201-292. <https://doi.org/10.2307/1412107>
- Tejero Camuñas, S. (2025). *Influencia de la meteorología adversa en las operaciones aéreas*. Universidad Europea de Madrid, Madrid. [https://titula.universidadeuropea.com/bitstream/handle/20.500.12880/11970/TFM\\_SandraTejeroCamunas.pdf](https://titula.universidadeuropea.com/bitstream/handle/20.500.12880/11970/TFM_SandraTejeroCamunas.pdf)
- U.S. Army Training and Doctrine Command. (2021). *TRADOC Pamphlet 350-70-14: Training and education development in support of the institutional domain*. <https://adminpubs.tradoc.army.mil/pamphlets/TP350-70-14.pdf>
- U.S. Department of Defense. (2013). *ADA588687: Report/technical document (National Technical Reports Library)*. <https://ntrl.ntis.gov/NTRL/dashboard/searchResults/titleDetail/ADA588687.xhtml>
- UNESCO International Bureau of Education (IBE). (2013). *IBE Glossary of Curriculum Terminology*. <https://inee.org/resources/ibe-glossary-curriculum-terminology>
- UNESCO International Bureau of Education (IBE). (2024). *Competences — Curriculum on the Move, Thematic Note No. 19*. <https://www.ibe.unesco.org/en/articles/competences>
- United States Army. (2025). *U.S. Army Range Operations resources and SOP links*. <https://home.army.mil/bragg/about/garrison/dptms/range-operations>
- United States Marine Corps. (2007). *FM 3-09.15 / MCWP 3-16.5 Field Artillery Meteorology*. Washington, DC; Quantico, VA: Department of the Army; United States Marine Corps. <https://www.marines.mil/Portals/1/Publications/MCWP%203-16.5%20Field%20Artillery%20Meteorology.pdf>

- United States Marine Corps. (2018). *MCRP 3-10E.8 (formerly 3-16.5): Techniques of fire, artillery*. <https://www.marines.mil/portals/1/Publications/MCRP%203-10e.8%20FRMLY%203-16.5.pdf>
- Vásquez Tapia, A. I., & Zeña Chávez, W. (2020). *Sistemas de tiro del obús D-30 122 mm y el tiro real de artillería en los ejercicios de campaña en Quebrada Cruz de Hueso de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2019* [Tesis de licenciatura, Escuela Militar de Chorrillos “CFB”]. <https://repositorio.escuelamilitar.edu.pe/server/api/core/bitstreams/de98030a-8823-4dcd-a0e1-e684ada9c9e3/content>
- Vergun, D. (2013, 26 de abril). Survey Soldier provides artillery with accurate fires. *U.S. Army*. [https://www.army.mil/article/102899/survey\\_soldier\\_provides\\_artillery\\_with\\_accurate\\_fires](https://www.army.mil/article/102899/survey_soldier_provides_artillery_with_accurate_fires)
- World Meteorological Organization. (2018). *New WMO Guide to Competency published for Aeronautical Meteorology Programme*. <https://wmo.int/new-wmo-guide-competency-published-aeronautical-meteorology-programme>
- World Meteorological Organization. (2023). *Guide to Instruments and Methods of Observation (WMO-No. 8) — 2018 edition, updated 2023*. <https://community.wmo.int/en/activity-areas/instruments-and-observing-methods/guides/wmo-no-8-guide-instruments-and-methods-observation>
- World Meteorological Organization. (2023). *Manual on the WMO Integrated Global Observing System (WIGOS) (WMO-No. 1160)*. <https://wmo.int/publications/series/manual-wmo-integrated-global-observing-system-wigos-wmo-no-1160>
- Yuste Avilés, I. (2023). *Impacto de la meteorología en la operativa aeroportuaria. Análisis en el Aeropuerto de Bilbao*. Universidad Europea de Madrid, Madrid. [https://titula.universidadeuropea.com/bitstream/handle/20.500.12880/5196/tfm\\_IvanYusteAviles.pdf](https://titula.universidadeuropea.com/bitstream/handle/20.500.12880/5196/tfm_IvanYusteAviles.pdf)

## **Anexos**

## Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: INSTRUCCIÓN DE METEOROLOGÍA Y EL DESEMPEÑO DEL TIRO DE LOS CADETES DE ARTILLERÍA DE LA ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS “CFB”, 2025.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cuál es la relación que existe entre la instrucción de meteorología y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025?</p> <p><b>Problema Especifico 1</b></p> <p>¿Cuál es la relación que existe entre la formación teórica y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025?</p> <p><b>Problema Especifico 2</b></p> <p>¿Cuál es la relación que existe entre la formación práctica y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025?</p> <p><b>Problema Especifico 3</b></p> <p>¿Cuál es la relación que existe entre la aplicación operacional y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar la relación que existe entre la instrucción de meteorología y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.</p> <p><b>Objetivo Especifico 1</b></p> <p>Determinar la relación que existe entre la formación teórica y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.</p> <p><b>Objetivo Especifico 2</b></p> <p>Determinar la relación que existe entre la formación práctica y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.</p> <p><b>Objetivo Especifico 3</b></p> <p>Determinar la relación que existe entre la aplicación operacional y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>Existe relación directa y significativa entre la instrucción de meteorología y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.</p> <p><b>Hipótesis Especifico 1</b></p> <p>Existe relación directa y significativa entre la formación teórica y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.</p> <p><b>Hipótesis Especifico 2</b></p> <p>Existe relación directa y significativa entre la formación práctica y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.</p> <p><b>Hipótesis Especifico 3</b></p> <p>Existe relación directa y significativa entre la aplicación operacional y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.</p>	<p><b>Variable 1</b></p> <p>Instrucción de meteorología</p> <p><b>Variable 2</b></p> <p>Desempeño del tiro</p>	<p>Formación teórica</p> <p>Formación práctica</p> <p>Aplicación operacional</p> <p>Preparación técnica</p> <p>Ejecución del tiro</p> <p>Evaluación del impacto</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptos básicos meteorológicos</li> <li>• Interpretación mapas climáticos</li> <li>• Variables atmosféricas fundamentales</li> <li>• Fenómenos meteorológicos adversos</li> <li>• Observación directa del clima</li> <li>• Registro de datos meteorológicos</li> <li>• Análisis información atmosférica</li> <li>• Manejo instrumentos meteorológicos</li> <li>• Ajuste por viento</li> <li>• Corrección por temperatura</li> <li>• Consideración presión atmosférica</li> <li>• Evaluación de humedad relativa</li> <li>• Cálculo de coordenadas de tiro</li> <li>• Configuración sistemas puntería</li> <li>• Verificación posición cañón</li> <li>• Selección de carga explosiva</li> <li>• Ajuste del ángulo de elevación</li> <li>• Control deriva proyectil</li> <li>• Corrección distancia objetivo</li> <li>• Supervisión de dirección de tiro</li> <li>• Análisis punto de impacto</li> <li>• Desviación horizontal de tiro</li> <li>• Desviación vertical de tiro</li> <li>• Impactos del Registro Legislativo</li> </ul>	<p><b>Enfoque de investigación</b></p> <p>Cuantitativo</p> <p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>Básico</p> <p><b>Método de investigación</b></p> <p>Hipotético-Deductivo</p> <p><b>Nivel de investigación</b></p> <p>Descriptivo-Correlacional</p> <p><b>Diseño de investigación</b></p> <p>No experimental transversal</p> <p><b>Técnica</b></p> <p>Encuesta</p> <p><b>Instrumentos</b></p> <p>Cuestionario</p> <p><b>Población</b></p> <p>87 cadetes de Artillería</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>71 cadetes de Artillería</p> <p><b>Métodos de Análisis de Datos</b></p> <p>Estadística</p> <p>Según la prueba de normalidad</p>

## Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

### INSTRUCCIÓN DE METEOROLOGÍA Y EL DESEMPEÑO DEL TIRO DE LOS CADETES DE ARTILLERÍA DE LA ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS “CFB”, 2025

**OBJETIVO:** Determinar la relación que existe entre la instrucción de meteorología y el desempeño del tiro de los cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

**INSTRUCCIONES:** Marque con una X la alternativa que usted considera válida de acuerdo al ítem en los casilleros siguientes:

Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
1	2	3	4	5

ÍTEM	VARIABLE 1: INSTRUCCIÓN DE METEOROLOGÍA	VALORACIÓN				
Nro.	Dimensión 1: Formación teórica	1	2	3	4	5
1	¿Considera necesaria una asignatura que enseñe los conceptos básicos de meteorología en su formación como artillero?					
2	¿La falta de conocimientos básicos de meteorología ha limitado su comprensión del comportamiento ambiental en los tiros?					
3	¿Cree importante aprender a interpretar mapas climáticos para mejorar la planificación de los disparos?					
4	¿Ha sentido la necesidad de saber leer mapas meteorológicos en entrenamientos de artillería?					
5	¿Considera útil conocer las variables atmosféricas (viento, temperatura, presión) para influir en la trayectoria del proyectil?					
6	¿Ha necesitado aplicar conocimientos sobre variables atmosféricas durante ejercicios prácticos?					
7	¿Considera relevante instruirse sobre fenómenos meteorológicos adversos para actuar con mayor seguridad en condiciones reales?					
8	¿Ha percibido una falta de preparación ante eventos climáticos que afectan las condiciones de tiro?					
Nro.	Dimensión 2: Formación práctica	1	2	3	4	5
9	¿Considera necesario aprender técnicas para observar e interpretar el clima en el terreno?					
10	¿Ha sentido que la falta de observación climática afecta la toma de decisiones antes del tiro?					
11	¿Considera importante incorporar prácticas de registro meteorológico en los entrenamientos?					
12	¿Cree que el uso de fichas climáticas mejoraría la precisión de los ejercicios de artillería?					
13	¿Considera fundamental aprender a analizar la información atmosférica para el cálculo de tiro?					
14	¿Le sería útil una instrucción práctica sobre cómo procesar datos del clima en operaciones de artillería?					

15	¿Considera relevante capacitarse en el uso de instrumentos como anemómetros o termómetros portátiles?					
16	¿Cree que el empleo de instrumentos meteorológicos en el campo mejoraría su desempeño?					
<b>Nro.</b>	<b>Dimensión 3: Aplicación operativa</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
17	¿Considera necesario aprender a realizar ajustes de tiro según la dirección e intensidad del viento?					
18	¿Ha experimentado fallos en disparos por no ajustar el tiro ante condiciones ventosas?					
19	¿Considera que la temperatura ambiente debería incluirse en los cálculos de tiro?					
20	¿Sientes que la falta de conocimiento sobre la influencia de la temperatura afecta la efectividad del disparo?					
21	¿Cree importante capacitarse en cómo la presión atmosférica afecta la trayectoria del proyectil?					
22	¿Considera necesario incluir este tema en el adiestramiento de artillería?					
23	¿Considera fundamental conocer el impacto de la humedad relativa en la precisión del disparo?					
24	¿Ha identificado la humedad como un factor no considerado en los entrenamientos actuales?					
<b>ÍTEM</b>	<b>VARIABLE 2: DESEMPEÑO DEL TIRO</b>	<b>VALORACIÓN</b>				
<b>Nro.</b>	<b>Dimensión 1: Preparación técnica</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
25	¿Aplica con precisión el cálculo de coordenadas en las prácticas de artillería?					
26	¿Considera que una correcta determinación de coordenadas mejora el impacto del proyectil?					
27	¿Domina la configuración adecuada del sistema de puntería antes de cada disparo?					
28	¿Cree que un mal ajuste del sistema de puntuación afecta negativamente los resultados?					
29	¿Realiza con rigor la verificación de la posición del cañón antes del disparo?					
30	¿Considera que este paso influye directamente en la precisión del tiro?					
31	¿Aplican criterios técnicos para elegir la carga explosiva según el objetivo?					
32	¿Cree que una selección inadecuada de la carga puede alterar el alcance esperado?					
<b>Nro.</b>	<b>Dimensión 2: Ejecución del tiro</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
33	¿Realiza los ajustes de elevación del tubo con precisión en cada disparo?					
34	¿Considera que este ajuste es clave para alcanzar el objetivo con éxito?					
35	¿Controla adecuadamente la deriva del proyectil según las condiciones del terreno?					
36	¿Ha tenido desviaciones significativas por una mala compensación de la deriva?					

37	¿Ajusta los parámetros técnicos al calcular la distancia del objetivo?					
38	¿Ha corregido errores en la distancia con base en el resultado del primer disparo?					
39	¿Verifica constantemente la dirección del tiro antes de autorizar el disparo?					
40	¿Cree que una correcta supervisión reduce el margen de error?					
<b>Nro.</b>	<b>Dimensión 3: Evaluación del impacto</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
41	¿Analiza el punto de impacto para mejorar los tiros posteriores?					
42	¿Considera útil este análisis para retroalimentación en los entrenamientos?					
43	¿Evalúa la desviación horizontal como parte de la mejora del tiro?					
44	¿Ha corregido errores posteriores tras identificar desviaciones laterales?					
45	¿Identifica desviaciones verticales en sus impactos como parte del análisis post-disparo?					
46	¿Ajusta el cálculo de elevación tras un disparo fallido por desviación vertical?					
47	¿Registra con precisión cada uno de los impactos durante el entrenamiento?					
48	¿Utiliza los registros de impacto para mejorar la puntería en futuras sesiones?					

### Anexo 3. Autorización para la recolección de datos



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

#### ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS "CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI"

#### AUTORIZACIÓN PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

El Coronel Jefe del Departamento de Educación Militar de la Escuela Militar de Chorrillos

"Coronel Francisco Bolognesi", autoriza:

Que los Cadetes de 4to año de Artillería, HILARIO HUIZA Luis David y REVILLA BEGAZO Enzo Dennis, están autorizados para aplicar la encuesta a la muestra/población (Cadetes de la EMCH) para obtener información para el desarrollo de la tesis titulada:

**"Instrucción de meteorología y la precisión del tiro de los Cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos "CFB", Lima 2025"**

Se otorga el presente documento a solicitud de los interesados.

Chorrillos, 01 de julio 2025



O - 2534020793 - O +  
ALAN HARRY GARCÍA QUISPE  
Coronel Infantería  
Jefe Dpto. Edu. Mil. de la Escuela Militar de Chorrillos  
"Crl Francisco Bolognesi"



**Anexo 5. Base de datos (origen de resultados)**

	V1: Instrucción de meteorología	D1: Formación teórica	D2: Formación práctica	D3: Aplicación operacional	V2: Desempeño del tiro	D1: Preparación técnica	D2: Ejecución del tiro	D3: Evaluación del impacto
<b>n</b>	<b>V1</b>	<b>V1-D1</b>	<b>V1-D2</b>	<b>V1-D3</b>	<b>V2</b>	<b>V2-D1</b>	<b>V2-D2</b>	<b>V2-D3</b>
1	108	36	38	34	120	40	40	40
2	95	31	32	32	96	32	32	32
3	102	33	32	37	107	34	36	37
4	98	32	33	33	103	35	35	33
5	98	33	33	32	96	32	32	32
6	120	40	40	40	120	40	40	40
7	97	32	30	35	97	33	31	33
8	116	40	40	36	118	40	40	38
9	120	40	40	40	116	38	39	39
10	96	32	32	32	96	32	32	32
11	105	35	35	35	96	32	32	32
12	99	25	37	37	117	38	39	40
13	96	32	32	32	96	32	31	33
14	106	35	36	35	103	34	35	34
15	118	38	40	40	110	37	34	39
16	120	40	40	40	120	40	40	40
17	102	36	31	35	87	30	30	27
18	95	30	33	32	90	28	30	32
19	112	36	40	36	104	30	35	39
20	120	40	40	40	120	40	40	40
21	106	36	35	35	106	35	35	36
22	106	37	36	33	100	33	34	33
23	106	35	36	35	106	35	35	36
24	120	40	40	40	120	40	40	40
25	81	28	27	26	82	25	29	28
26	98	33	30	35	105	35	34	36
27	120	40	40	40	120	40	40	40
28	119	39	40	40	119	39	40	40
29	110	36	36	38	115	38	39	38
30	87	28	30	29	81	28	27	26
31	97	29	35	33	94	32	30	32
32	112	36	40	36	115	40	40	35
33	120	40	40	40	120	40	40	40
34	77	29	24	24	65	25	23	17
35	111	38	37	36	111	35	38	38
36	112	38	36	38	113	38	38	37
37	78	27	27	24	76	25	27	24
38	98	30	34	34	104	36	35	33

39	105	35	35	35	100	33	35	32
40	106	36	35	35	109	36	36	37
41	94	30	36	28	85	28	29	28
42	96	33	32	31	106	33	35	38
43	94	32	30	32	86	28	30	28
44	112	38	36	38	113	37	36	40
45	104	34	34	36	107	36	37	34
46	97	32	33	32	99	33	34	32
47	97	34	35	28	86	29	30	27
48	118	40	40	38	120	40	40	40
49	120	40	40	40	120	40	40	40
50	110	37	39	34	113	37	39	37
51	98	32	35	31	96	29	33	34
52	104	37	35	32	100	32	33	35
53	93	23	35	35	104	36	34	34
54	95	33	31	31	90	30	29	31
55	104	38	31	35	112	37	39	36
56	119	39	40	40	120	40	40	40
57	61	22	19	20	53	22	16	15
58	74	12	40	22	99	22	38	39
59	52	19	18	15	53	17	18	18
60	120	40	40	40	120	40	40	40
61	80	28	28	24	91	29	30	32
62	84	28	26	30	85	28	28	29
63	104	33	35	36	108	36	38	34
64	104	40	31	33	98	34	32	32
65	74	25	25	24	72	23	24	25
66	85	30	25	30	87	31	27	29
67	119	40	40	39	110	36	36	38
68	120	40	40	40	114	40	39	35
69	118	40	38	40	117	37	40	40
70	98	33	34	31	94	29	34	31
71	98	32	35	31	104	33	32	39

## **Anexo 6. Propuesta de mejora**

En relación a la Objetivo General, se propuso una mejora integral que organizara la instrucción meteorológica–tiro bajo un Plan Director 2025–2026, con gobierno académico–operativo a cargo de un Comité MET–Tiro, mapa de competencias y perfiles de egreso específicos por año. Se estableció un circuito de datos con estaciones portátiles, protocolos de calibración y un repositorio institucional para series MET, integrando insumos de SENAMHI/ENFEN y registros propios, además de licencias de software balístico y librerías de tablas normalizadas. Se planteó un modelo escalonado: piloto en dos compañías durante un trimestre, evaluación con KPIs (CEP, tiempo al primer impacto, variabilidad inter–ráfagas) y escalamiento progresivo. Se definió un plan de formación de formadores, contratos marco de mantenimiento/prestación de equipos, y un tablero de mando con analítica de tendencias y alertas. Para la mejora continua se adoptó un ciclo PDCA con auditorías bimensuales, AAR estandarizados y banco de lecciones aprendidas. Se incluyeron riesgos y mitigaciones (rotación de instructores, fallas de equipos, brechas de conectividad) y un presupuesto por fases (adquisición, sostenimiento, renovación), garantizando sostenibilidad e incorporación doctrinaria sistemática de las mejores prácticas observadas en campo.

En relación a la Objetivo Específico 1, se propuso una mejora curricular teórica con diseño por competencias, blueprint de evaluación y alineación doctrinaria. Se organizó la malla en módulos de: variables atmosféricas, lectura de mapas/campos, fenómenos adversos y traducción a correcciones balísticas, con clases invertidas, estudios de caso y laboratorios de datos (METAR/TAF, perfiles verticales, densidad y presión). Se creó un banco de ítems con validación por expertos, rúbricas de razonamiento técnico, OSCE de decisión de puntería y evaluaciones cronometradas para medir transferencia conceptual. Se incorporó microaprendizaje y práctica de recuperación espaciada, con cuestionarios breves asociados a umbrales de dominio. Se dispuso una analítica de aprendizaje que identificó brechas individuales y activó tutorías remediales; se consolidó una biblioteca digital de mapas sonoros y cápsulas de teoría aplicada. Se programó capacitación docente anual y co–enseñanza con especialistas invitados, además de revisión semestral de contenidos e ítems. Finalmente, se vinculó el logro conceptual con indicadores operativos (reducción de ajustes, estabilidad de grupos), cerrando el ciclo aula–polígono–retroalimentación con evidencias trazables en el historial del cadete.

En relación a la Objetivo Específico 2, se propuso una mejora para la formación práctica basada en repetición deliberada, progresión y verificación. Se diseñaron microciclos semanales que integraron sesiones de polígono, montaje de puestos de observación, manejo de instrumentos y ciclos tiro-análisis-corrección con AAR obligatorio. Se estandarizaron checklists de preparación (equipo, datos MET, cálculos previos), “drills” cronometrados de puntería, ejercicios de seguridad y protocolos de comunicación. Se incorporó video-feedback, bitácoras individuales y coaching entre pares, con estaciones de evaluación (instrumentos, cálculo, puntería, radio), y un sistema de certificaciones progresivas (bronce/plata/oro) ligado a resultados objetivos (CEP, tiempo, dispersión). Se habilitó un banco de escenarios con variaciones de viento/temperatura/presión y restricciones de tiempo para simular fricción operacional. Se aseguró sostenimiento mediante plan de mantenimiento, stock de repuestos críticos y kits portátiles. La calidad se controló con una célula de inspección que realizó evaluaciones sorpresivas y validaciones cruzadas. Se estableció un circuito de incentivos académicos y operativos, fortaleciendo la cultura de estándares y el entrenamiento centrado en datos.

En relación a la Objetivo Específico 3, se propuso una mejora de aplicación operacional mediante SOPs unificados, listas de verificación y mando y control digital. Se diseñó un Paquete Operacional MET-Tiro con briefing meteorológico estandarizado, estimación de efectos por capas, pre-cálculo de ajustes, roles definidos en la Dirección de Tiro, cronometraje de tiempos críticos y registro digital de variables e impactos. Se implementó un tablero en tiempo real para el Jefe de Fuego con indicadores (cumplimiento de SOP, TTP clave, tasas de corrección), y redundancias de comunicaciones/datos para contingencias. Se institucionalizó un ciclo AAR con análisis de dispersiones y lecciones aprendidas, auditorías de cumplimiento, simulacros sin aviso y ejercicios de estrés. Se programó certificación anual por equipos y un plan de reentrenamiento ante desviaciones. Se priorizó la digitalización de formularios y la trazabilidad de decisiones, integrando evidencias a un repositorio institucional. Finalmente, se incorporó un sistema de mejora continua con revisión trimestral de SOPs, actualización doctrinaria y adopción rápida de innovaciones probadas, asegurando que la información se convirtió consistentemente en acción eficaz y resultados superiores.

## Anexo 7. Validación por juicio de expertos



ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS "CFB"  
4TO AÑO  
FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN  
JUICIO DE EXPERTOS

APELLIDOS Y NOMBRES DEL INFORMANTE-EXPERTO	INSTITUCIÓN DONDE LABORA EXPERTO	NOMBRE DEL INSTRUMENTO	AUTOR DEL INSTRUMENTO
Dr. CAMILO GARCIA HUAMANTUNBA	Ejército del Perú	Cuestionario (encuesta)	CAD IV ART HILARIO HUIS LUIS DAVID CAD IV ART REVILLA BEGAZO ENZO DENNIS
<b>TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: :</b> INSTRUCCIÓN DE METEOROLOGÍA Y EL DESEMPEÑO DEL TIRO DE LOS CADETES DE ARTILLERÍA DE LA ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS "CFB", 2025.			

## I. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

Indicadores de evaluación del instrumento	Criterios Cualitativos Cuantitativos	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE	SUB TOTAL
		0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 85	86 - 100	
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado.					95	95
2. Objetividad	Esta expresado en conductas Observables.					94	94
3. Actualización	Está adecuado al avancede la ciencia y la tecnología.					94	94
4. Organizacion	Esta organizado en forma Lógica.					95	95
5. Suficiencia	Comprende aspectos cuantitativos					94	94
6. Intencionalidad	Es adccuado para medir los aspectos de interés					95	95
7. Consistencia	Está basado en aspectos teóricos científicos.					95	95
8. Coherencia	Entre las variables, dimensiones, indicadores e ítems.					94	94
9. Metodología.	La estrategia responde al propósito de la investigación.					94	94
10. Pertinencia	Las dimensiones consideradas permiten evaluar la variable en su conjunto.					95	95
<b>TOTAL</b>							<b>945</b>
<b>TOTAL (en %) / 10</b>							<b>94.50</b>

II. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 94.50

## III. OPINIÓN DE APLICACIÓN

Valoración cuantitativa: 94.50  
 Valoración cualitativa: *Muy buena*  
 Opinión de aplicabilidad: *Apto para aplicar.*

LUGAR Y FECHA	DNI	FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE	N° DE TELEFONO
Chorrillos, 22 mayo 2025	413296209		998 774 314



ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS "CFB"  
4TO AÑO  
FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN  
JUICIO DE EXPERTOS

APELLIDOS Y NOMBRES DEL INFORMANTE-EXPERTO	INSTITUCIÓN DONDE LABORA EXPERTO	NOMBRE DEL INSTRUMENTO	AUTOR DEL INSTRUMENTO
Dr. HURTADO NORIEGA CARLOS	Ejército del Perú	Cuestionario (encuesta)	CAD IV ART HILARIO HUIS LUIS DAVID CAD IV ART REVILLA BGAZO ENZO DENNIS
<b>TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: :</b> INSTRUCCIÓN DE METEOROLOGÍA Y EL DESEMPEÑO DEL TIRO DE LOS CADETES DE ARTILLERÍA DE LA ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS "CFB", 2025.			

### I. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

Indicadores de evaluación del instrumento	Criterios Cualitativos Cuantitativos	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE	SUB TOTAL
		0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 85	86 - 100	
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado.					94	94
2. Objetividad	Esta expresado en conductas Observables.					94	94
3. Actualización	Está adecuado al avancede la ciencia y la tecnología.					94	94
4. Organizacion	Esta organizado en forma Lógica.					94	94
5. Suficiencia	Comprende aspectos cuantitativos					94	94
6. Intencionalidad	Es adecuado para medir los aspectos de interés					94	94
7. Consistencia	Está basado en aspectos teóricos científicos.					94	94
8. Coherencia	Entre las variables, dimensiones, indicadores e ítems.					94	94
9. Metodología.	La estrategia responde al propósito de la investigación.					94	94
10. Pertinencia	Las dimensiones consideradas permiten evaluar la variable en su conjunto.					94	94
<b>TOTAL'</b>							940
<b>TOTAL (en %) / 10</b>							94.0

### II. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

94

### III. OPINIÓN DE APLICACIÓN

Valoración cuantitativa:  
Valoración cualitativa:  
Opinión de aplicabilidad:

LUGAR Y FECHA	DNI	FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE	N° DE TELEFONO
Chorrillos, 22 mayo 2025	43296300		998 990164



ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS "CFB"  
4TO AÑO  
FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN  
JUICIO DE EXPERTOS

APELLIDOS Y NOMBRES DEL INFORMANTE-EXPERTO	INSTITUCIÓN DONDE LABORA EXPERTO	NOMBRE DEL INSTRUMENTO	AUTOR DEL INSTRUMENTO
Dr. MENESES GUERRERO DAVID OSWALDO	Ejército del Perú	Cuestionario (encuesta)	CAD IV ART HILARIO HUIS LUIS DAVID CAD IV ART REVILLA BEGAZO ENZO DENNIS
<b>TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: :</b> INSTRUCCIÓN DE METEOROLOGÍA Y EL DESEMPEÑO DEL TIRO DE LOS CADETES DE ARTILLERÍA DE LA ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS "CFB", 2025.			

### I. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

Indicadores de evaluación del instrumento	Criterios Cualitativos Cuantitativos	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE	SUB TOTAL
		0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 85	86 - 100	
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado.					88	88
2. Objetividad	Esta expresado en conductas Observables.					88	88
3. Actualización	Está adecuado al avancede la ciencia y la tecnología.					88	88
4. Organizacion	Esta organizado en forma Lógica.					88	88
5. Suficiencia	Comprende aspectos cuantitativos					88	88
6. Intencionalidad	Es adecuado para medir los aspectos de interés					88	88
7. Consistencia	Está basado en aspectos teóricos científicos.					88	88
8. Coherencia	Entre las variables, dimensiones, indicadores e ítems.					88	88
9. Metodología.	La estrategia responde al propósito de la investigación.					88	88
10. Pertinencia	Las dimensiones consideradas permiten evaluar la variable en su conjunto.					88	88
<b>TOTAL</b>							<b>880</b>
<b>TOTAL (en %) / 10</b>							<b>88</b>

### II. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

88

### III. OPINIÓN DE APLICACIÓN


Valoración cuantitativa: 88

Valoración cualitativa: EXCELENTE

Opinión de aplicabilidad: EL INSTRUMENTO ES VALIDO Y SE PUEDE APLICAR

LUGAR Y FECHA	DNI	FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE	N° DE TELEFONO
Chorrillos, 22 mayo 2025	09587744		998762052

## Anexo 8. Dictamen final asesor Temático (DINVEST)

	<b>PERÚ</b>	<b>Ministerio de Defensa</b>	<b>Ejército del Perú</b>	<b>Comando de Educación y Doctrina del Ejército</b>	<b>Escuela Militar de Chorrillos "CFB"</b>
---	-------------	----------------------------------	------------------------------	---	--

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

**ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS CRL. FRANCISCO BOLOGNESI**

### DICTAMEN FINAL

VISTA LA TESIS:

"Instrucción de meteorología y la precisión del tiro de los Cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos "CFB", Lima 2025",

Presentada por los (las) graduandos (das):

Hilario Huiza Luis David  
Revilla Begazo Enzo Dennis

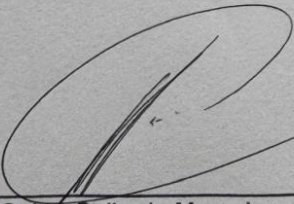
CONSIDERANDO:

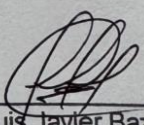
Que ha sido elaborada conforme a lo dispuesto por el artículo 41. ° del Reglamento del Sistema de Investigación de la EMCH "CFB" 2022 – 2026, y levantadas las observaciones prescritas durante el proceso del análisis y revisión de la referida tesis, los suscritos:

Dr. Guido Gallardo Marquina : Revisor Temático  
Mag. Luis Javier Bazán Tanchiva : Revisor Metodológico


Dictaminamos que, la tesis en referencia, esta expedita para ser sustentada, el día, hora, lugar y ante el jurado que determine la Resolución Directoral de la Escuela Militar de Chorrillos "CFB" para cuyo efecto, firmamos el presente dictamen.

Lima, 08 de diciembre de 2025

  
 Dr. Guido Gallardo Marquina  
 Revisor Temático  
 DNI:

  
 Mag. Luis Javier Bazán Tanchiva  
 Revisor Metodológico  
 DNI: 16662187

**Anexo 9. Dictamen final de asesor Metodológico (DINVEST)**

	<b>PERÚ</b>	<b>Ministerio de Defensa</b>	<b>Ejército del Perú</b>	<b>Comando de Educación y Doctrina del Ejército</b>	<b>Escuela Militar de Chorrillos "CFB"</b>
---	-------------	----------------------------------	------------------------------	---	--

**"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"**

**ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS CRL. FRANCISCO BOLOGNESI**

**DICTAMEN FINAL**

**VISTA LA TESIS:**

"Instrucción de meteorología y la precisión del tiro de los Cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos "CFB", Lima 2025",

Presentada por los (las) graduandos (das):

Hilario Huiza Luis David  
Revilla Begazo Enzo Dennis

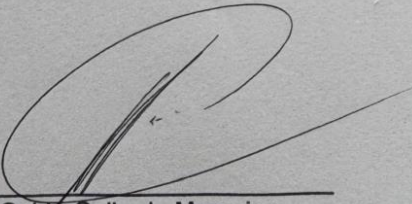
**CONSIDERANDO:**

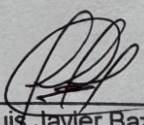
Que ha sido elaborada conforme a lo dispuesto por el artículo 41. ° del Reglamento del Sistema de Investigación de la EMCH "CFB" 2022 – 2026, y levantadas las observaciones prescritas durante el proceso del análisis y revisión de la referida tesis, los suscritos:

Dr. Guido Gallardo Marquina : Revisor Temático  
Mag. Luis Javier Bazán Tanchiva : Revisor Metodológico

Dictaminamos que, la tesis en referencia, esta expedita para ser sustentada, el día, hora, lugar y ante el jurado que determine la Resolución Directoral de la Escuela Militar de Chorrillos "CFB" para cuyo efecto, firmamos el presente dictamen.

Lima, 08 de diciembre de 2025

  
Dr. Guido Gallardo Marquina  
Revisor Temático  
DNI:

  
Mag. Luis Javier Bazán Tanchiva  
Revisor Metodológico  
DNI: 16662187

Anexo 10. Acta de sustentación (DINVEST)

99

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"



ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS  
"CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI"

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS DE LA PROMOCIÓN CXXXII**

En el distrito de Chorrillos de la ciudad de Lima, siendo las 10:10 horas del día...23 de diciembre de 2025, se dio inicio a la sustentación de la Tesis titulada:

INSTRUCCION DE METEOROLOGIA Y EL DESARROLLO DE TIO DE LOS CADETES DE DETALLE DE LA ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS; CEB "2025"

Presentada por:

BACH. ENZO DENNIS DEVILU BEGATO  
BACH. LUIS DAVID HUIRO HUISA

Ante el Jurado de Sustentación de Tesis nombrado por la Escuela Militar de Chorrillos "Coronel Francisco Bolognesi" y conformado por:

Presidente: DR. CAMILO GARCIA HUASASTANBA  
Secretario: M. JOSÉ BODOYO PERALES  
Vocal : DR. RONALD LUIS ROMERO VELA

Concluida la sustentación, los miembros del Jurado dictaminaron:

APROBADA POR EXCELENCIA ( ); APROBADA POR UNANIMIDAD (X);  
APROBADA POR MAYORÍA ( ); OBSERVADA ( ); DESAPROBADA ( )

Siendo las 10:50 horas del día 23 de diciembre de 2025, se dio por concluido el presente acto académico, firmando los miembros del Jurado.

DNI: 43296209  
PRESIDENTE

DNI: 43315310  
SECRETARIO

DNI: 40117025  
VOCAL

## Anexo 11. Otros de acuerdo al nivel y diseño de investigación

ORCID

Conectando a los investigadores con su investigación

Enzo Dennis Revilla Begazo

Español

Buscar en el registro ORCID...

Versión imprimible

**id**  
<https://orcid.org/0009-0002-1634-2593>  
[Vista previa del registro público](#)

**Correos electrónicos y dominios**

**Direcciones de correo electrónico**  
 erevillab@escuelamilitar.edu.pe  
 encito1010@gmail.com

**Dominios de correo electrónico verificados**  
 No hay ningún dominio de correo electrónico verificado

**Nombres**

Nombre  
 Enzo Dennis Revilla Begazo

**Biografía**

Público

**Actividades**

Plegar todo

Empleo (1)

**Destaque sus afiliaciones**

Las afiliaciones destacadas se muestran en la parte superior de su registro público. Si desea destacar una afiliación, haga clic en el icono con forma de **estrella** que aparece junto al nombre de la misma. *Solo puede destacar afiliaciones de forma individual.*

Ayuda

ORCID

Connecting research and researchers

Luis David Hilario Huisa

English

Search the ORCID registry...

Printable version

**id**  
<https://orcid.org/0009-0000-6901-3094>  
[Preview public record](#)

**Emails & domains**

**Email addresses**  
 lhilarioh@escuelamilitar.edu.pe

**Verified email domains**  
 No verified email domains

**Websites & social links**

**Names**

Name  
 Luis David Hilario Huisa

**Biography**

Everyone

**Activities**

Collapse all

Employment (1)

**Highlight your affiliations**

Highlighted affiliations are shown at the top of your public record. To highlight an affiliation click the **star** icon next to the affiliation name. *You can only highlight one affiliation at a time.*

Ayuda