

ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS
“CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI”



EMPLEO DE LA FOTOGRAMETRÍA AÉREA Y LA INSTRUCCIÓN
EN TOPOGRAFÍA 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:

Hanz Piero Coral Gomez (0009-0008-5373-2228)

Mayker Fabian Fernandini Melgarejo (0009-0009-7636-5528)

Docente Asesor:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Educación para la paz

Lima – Perú

2025

Reporte de turnitin



Página 2 de 117 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::12350:533043773




17% 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

- 16%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 8%  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.



Página 2 de 117 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::12350:533043773



ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS
CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI

Declaración jurada de autoría

Los bachilleres **Hanz Piero Coral Gomez y Mayker Fabian Fernandini Melgarejo** del Arma de artillería, de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, (EMCH “CFB”) identificados con DNI N° 74538082 y N° 72028848 respectivamente, declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la investigación titulada: **“EMPLEO DE LA FOTOGRAMETRÍA AÉREA Y LA INSTRUCCIÓN EN TOPOGRAFÍA 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.

Hanz Piero Coral Gomez
DNI: 74538082

Mayker Fabian Fernandini Melgarejo
DNI: 72028848

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

La autorización para la publicación electrónica en la plataforma del Repositorio Institucional Digital de la Escuela Militar de Chorrillos "Coronel Francisco Bolognesi" se otorga en conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, relativo a la Ley de los Derechos de Autor, la Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso y el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para la obtención de grados académicos y títulos profesionales RENATI.

1. Datos personales

| | |
|--|---|
| Autor 1: Hanz Piero Coral Gomez | Autor 2: Mayker Fabian Fernandini Melgarejo |
| N° DNI: 74538082 | N° DNI: 72028848 |
| Teléfono: 990046766 | Teléfono: 926676980 |
| Correo-e: hcoralg@escuelamilitar.edu.pe | Correo-e: mfernandinim@escuelamilitar.edu.pe |
| ORCID: 0009-0008-5373-2228 | ORCID: 0009-0009-7636-5528 |

1. Datos de la obra

| |
|---|
| Título: “Instrucción militar y el desempeño en los ejercicios de campaña de los cadetes aspirantes de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025” |
| Tipo de obra: Tesis |
| Asesor: Asesor: Dr. Camilo Fermín Garcia Huamantumba |
| N° DNI: 43296209 |
| ORCID: 0009-0007-2624-735X |
| Año de publicación: 2025 |

1. Declaraciones

El autor declara que:

- La obra constituye una creación original y de mi propia y exclusiva creación, ejecutada sin infringir ni usurpar los derechos de autor de terceros.
- La obra no ha transgredido ningún derecho moral ni patrimonial de los autores.
- No incluye afirmaciones difamatorias en contra de terceros y respeta el derecho a la imagen, la privacidad, el buen nombre y otros derechos constitucionales de los individuos.
- Correspondo a la titularidad de los derechos patrimoniales sobre la obra y no recaen ninguna obligación sobre ella.

Por consiguiente, todo lo especificado en el presente formato, particularmente lo detallado en el numeral dos, se caracteriza como Declaración Jurada. Por consiguiente, me comprometo a actuar en defensa de LA ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS "CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI" frente a cualquier reclamación de terceros que pueda surgir en relación con este asunto. Para todas las circunstancias, la ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS "CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI" desempeña el papel de tercero de buena fe.

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)

Contiene información militar



Hanz Piero Coral Gomez
DNI: 74538082



Mayker Fabian Fernandini Melgarejo
DNI: 72028848

Agradecimiento

A Dios, por guiarnos siempre con su luz y fortaleza en cada etapa de este camino académico. Gracias por brindarnos la sabiduría y la perseverancia necesarias para superar los desafíos y alcanzar nuestras metas.

A nuestros padres, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios que nos han permitido crecer y seguir adelante. Su confianza y ánimo han sido el motor fundamental para lograr este logro.

A nuestros instructores, por compartir sus conocimientos con dedicación y paciencia, guiándonos en la formación profesional y personal. Su ejemplo y enseñanzas han sido pilares esenciales en nuestro desarrollo durante esta etapa.

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a nuestros padres, quienes con su esfuerzo y amor inagotable nos han impulsado a alcanzar nuestros sueños y a ser mejores cada día. Su apoyo ha sido la base sólida de nuestro éxito.

También dedicamos esta tesis a la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, institución que nos brindó la formación integral, valores y disciplina necesarios para enfrentar con honor y responsabilidad el futuro profesional que hoy iniciamos.

Índice

| | Pág. |
|---|-------------------------------------|
| Carátula | i |
| Reporte de turnitin | ii |
| Declaración jurada de autoría | iii |
| Autorización de publicación | Error! Bookmark not defined. |
| Agradecimiento..... | vi |
| Dedicatoria..... | vii |
| Índice | viii |
| Índice de tablas | xi |
| Índice de figuras..... | xii |
| Resumen | xiii |
| Abstract | xiv |
| INTRODUCCIÓN | xv |
| CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 1 |
| 1.1. Descripción problemática | 1 |
| 1.2. Delimitación de la investigación | 4 |
| 1.2.1. Espacial..... | 4 |
| 1.2.2. Temporal..... | 5 |
| 1.2.3. Teórica..... | 5 |
| 1.3. Formulación del problema | 5 |
| 1.3.1. Problema general..... | 5 |
| 1.3.2. Problemas específicos | 5 |
| 1.4. Objetivos de la investigación | 6 |
| 1.4.1. Objetivo general..... | 6 |
| 1.4.2. Objetivos específicos..... | 6 |
| 1.5. Justificación e importancia de la investigación..... | 6 |
| 1.5.1. Justificación teórica..... | 6 |
| 1.5.2. Justificación metodológica | 7 |

| | | |
|---------------|--|----|
| 1.5.3. | Justificación práctica | 7 |
| 1.5.4. | Importancia de la investigación | 7 |
| 1.6. | Limitaciones de la investigación | 8 |
| CAPÍTULO II. | MARCO TEÓRICO | 9 |
| 2.1. | Antecedentes de la investigación..... | 9 |
| 2.1.1. | Antecedentes internacionales..... | 9 |
| 2.1.2. | Antecedentes nacionales..... | 12 |
| 2.2. | Bases teóricas | 16 |
| 2.2.1. | Variable 1: Empleo de la fotogrametría aérea | 16 |
| 2.2.2. | Variable 2: Instrucción en topografía..... | 21 |
| 2.3. | Marco conceptual | 26 |
| 2.4. | Operacionalización de las variables..... | 31 |
| 2.5. | Formulación de hipótesis | 32 |
| 2.5.1. | Hipótesis general..... | 32 |
| 2.5.2. | Hipótesis específicas | 32 |
| CAPÍTULO III. | MARCO METODOLÓGICO..... | 33 |
| 3.1. | Enfoque de investigación | 33 |
| 3.2. | Tipo de investigación..... | 33 |
| 3.3. | Método de investigación | 33 |
| 3.4. | Alcance de investigación (nivel) | 34 |
| 3.5. | Diseño de la investigación | 35 |
| 3.6. | Población, muestra, unidad de estudio..... | 35 |
| 3.6.1. | Población de estudio | 35 |
| 3.6.2. | Muestra de estudio | 35 |
| 3.6.3. | Unidad de estudio..... | 36 |
| 3.7. | Técnica e instrumento para la recolección de datos | 37 |
| 3.7.1. | Técnica de recolección de datos | 37 |
| 3.7.2. | Instrumento de recolección de datos | 37 |
| 3.7.3. | Validez y confiabilidad de los instrumentos de medición..... | 39 |

| | | |
|---|---|----|
| 3.8. | Procesamiento y método de análisis de datos | 42 |
| 3.8.1. | Técnica para el procesamiento de datos | 42 |
| 3.8.2. | Método de análisis de datos..... | 43 |
| 3.9. | Aspectos éticos | 43 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS..... | | 45 |
| 4.1. | Análisis descriptivo | 45 |
| 4.2. | Análisis inferencial | 53 |
| 4.2.1. | Contrastación de la Hipótesis General (HG) | 53 |
| 4.2.2. | Contrastación de la Hipótesis Específica 1 (HE1)..... | 55 |
| 4.2.3. | Contrastación de la Hipótesis Específica 2 (HE2)..... | 57 |
| 4.2.4. | Contrastación de la Hipótesis Específica 3 (HE3)..... | 59 |
| CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS | | 61 |
| CONCLUSIONES | | 69 |
| RECOMENDACIONES | | 71 |
| REFERENCIAS..... | | 73 |
| Anexos..... | | 79 |
| Anexo 1. Matriz de consistencia | | 80 |
| Anexo 2. Instrumento de recolección de datos | | 81 |
| Anexo 3. Autorización para la recolección de datos | | 85 |
| Anexo 4. Base de datos (de prueba piloto) | | 86 |
| Anexo 5. Base de datos (origen de resultados) | | 87 |
| Anexo 6. Propuesta de mejora | | 89 |
| Anexo 7. Validación por juicio de expertos..... | | 91 |
| Anexo 8. Dictamen final asesor Temático (DINVEST)..... | | 94 |
| Anexo 9. Dictamen final de asesor Metodológico (DINVEST) | | 95 |
| Anexo 10. Acta de sustentación (DINVEST) | | 96 |
| Anexo 11. Otros de acuerdo al nivel y diseño de investigación | | 97 |

Índice de tablas

| | Pág. |
|--|------|
| Tabla 1. Operacionalización de las variables | 31 |
| Tabla 2. Diagrama de Likert | 38 |
| Tabla 3. Criterio de confiabilidad valores | 40 |
| Tabla 4. Confiabilidad estadística del instrumento para medir la variable 1 | 41 |
| Tabla 5. Confiabilidad estadística del instrumento para medir la variable 2 | 41 |
| Tabla 6. Empleo de la fotogrametría aérea e Instrucción en topografía | 45 |
| Tabla 7. Planificación operativa e Instrucción en topografía | 47 |
| Tabla 8. Captura de datos e Instrucción en topografía | 49 |
| Tabla 9. Procesamiento de información e Instrucción en topografía | 51 |
| Tabla 12. Prueba de correlación de Spearman de la hipótesis general | 53 |
| Tabla 13. Prueba de correlación de Spearman de la Hipótesis Específica 1 | 55 |
| Tabla 14. Prueba de correlación de Spearman de la Hipótesis Específica 2 | 57 |
| Tabla 15. Prueba de correlación de Spearman de la Hipótesis Específica 3 | 59 |

Índice de figuras

| | Pág. |
|---|------|
| Figura 1. Esquema de correlación..... | 34 |
| Figura 2. Alpha de Cronbach - fórmula y datos | 41 |
| Figura 3. Empleo de la fotogrametría aérea e Instrucción en topografía | 45 |
| Figura 4. Planificación operativa e Instrucción en topografía..... | 47 |
| Figura 5. Captura de datos e Instrucción en topografía | 49 |
| Figura 6. Procesamiento de información e Instrucción en topografía | 51 |

Resumen

El objetivo fue determinar la relación entre el empleo de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía en cadetes de artillería de la EMCH “CFB”, incluyendo la contrastación con sus dimensiones de planificación operativa, captura de datos y procesamiento de información. La metodología correspondió a un enfoque cuantitativo, tipo básico, método hipotético-deductivo, con nivel descriptivo-correlacional y diseño no experimental de corte transversal, adecuados para examinar asociaciones sin manipulación de variables. La población estuvo constituida por 87 cadetes de artillería y la muestra por 71 participantes, suficientes para el análisis planteado y coherentes con los objetivos específicos centrados en las tres fases operativas del flujo fotogramétrico. La técnica de recolección de datos fue la encuesta y el instrumento un cuestionario estructurado; el tratamiento estadístico contempló procedimientos basados en pruebas de normalidad para decidir la correlación pertinente en función de la distribución observada. Los resultados mostraron un predominio de niveles altos concurrentes entre el empleo de la fotogrametría y la instrucción, así como asociaciones positivas y significativas entre cada dimensión operativa (planificación, captura y procesamiento) y la formación topográfica; en consecuencia, se concluyó que una mayor apropiación del empleo fotogramétrico se asoció con mayor instrucción en topografía, respaldando la pertinencia de integrar misiones planificadas con adquisición rigurosa y procesamiento validado dentro de la formación artillera para optimizar la generación de productos geoespaciales y la toma de decisiones técnicas en terreno y gabinete.

Palabras clave: fotogrametría aérea; instrucción en topografía; planificación operativa; captura de datos; procesamiento de información.

Abstract

The objective was to determine the relationship between the use of aerial photogrammetry and topographic instruction in Artillery cadets at the EMCH “CFB”, including a comparison with its operational planning, data capture, and information processing dimensions. The methodology employed a quantitative, basic, hypothetical-deductive approach, with a descriptive-correlational level and a non-experimental, cross-sectional design, suitable for examining associations without manipulating variables. The population consisted of 87 Artillery cadets, and the sample comprised 71 participants, sufficient for the proposed analysis and consistent with the specific objectives focused on the three operational phases of the photogrammetric workflow. Data collection was carried out through a survey using a structured questionnaire. Statistical analysis included procedures based on normality tests to determine the appropriate correlation based on the observed distribution. The results showed a predominance of high concurrent levels between the use of photogrammetry and training, as well as positive and significant associations between each operational dimension (planning, data acquisition, and processing) and topographic training. Consequently, it was concluded that greater appropriation of photogrammetric use was associated with greater training in topography, supporting the relevance of integrating planned missions with rigorous data acquisition and validated processing within artillery training to optimize the generation of geospatial products and technical decision-making in the field and office.

Keywords: aerial photogrammetry; topography training; operational planning; data acquisition; information processing.

INTRODUCCIÓN

La investigación se orientó a analizar la pertinencia de incorporar fotogrametría aérea con RPAS en la formación topográfica de los cadetes de artillería, considerando que esta tecnología ya había demostrado madurez operativa y valor para la obtención rápida de información espacial de alta resolución (Colomina & Molina, 2014). Asimismo, se asumió la topografía como una función profesional que integró medición, representación y uso de información geográfica para planear y administrar con eficiencia el territorio en contextos operativos militares (FIG, 2004).

La implementación se concibió como un proceso que abarcó la planificación del vuelo, la captura con parámetros de solape y control, y el procesamiento para productos como ortofotos y modelos digitales, atendiendo especificaciones oficiales de calidad y consistencia espacial (USGS, 2014). En ese marco, se consideró imprescindible el aseguramiento y la evaluación de la precisión posicional conforme a guías regionales e internacionales de estandarización de datos geospaciales (IPGH, 2024).

La evidencia empírica reciente en Latinoamérica mostró que la fotogrametría con drones optimizó tiempos y alcanzó precisiones centimétricas en levantamientos sobre terrenos complejos, lo que reforzó su aplicabilidad a fines de instrucción y práctica topográfica (Ordoñez & Condori, 2022). De forma convergente, experiencias técnicas en Lima reportaron la factibilidad del levantamiento fotogramétrico con plataformas VTOL y la articulación con la gestión del riesgo, elementos que pudieron transferirse al entorno educativo militar (Pérez Torres, 2024).

La sostenibilidad y la seguridad operacional de esta incorporación se apoyaron en el marco normativo nacional para RPAS, cuyo protocolo técnico estableció procedimientos de planeamiento, operación, mantenimiento y entrenamiento de personal aeronáutico no tripulado (CENEPRED, 2017). De igual modo, la NTC 001-2015 del MTC reguló requisitos y limitaciones para la operación civil de RPAS —altura, registro y condiciones de vuelo—, condicionantes imprescindibles para actividades de instrucción controlada dentro de instalaciones militares (MTC, 2015).

Sobre la base de la brecha existente en la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, el estudio planteó medir la necesidad de implementar la fotogrametría aérea y su impacto esperado en las prácticas topográficas mediante un cuestionario tipo Likert, alineando dimensiones de planificación, captura y procesamiento con estándares de precisión y control de calidad (Refaei et al., 2024). Esta aproximación permitió anticipar beneficios en la generación de ortofotos, modelos 3D y productos cartográficos con criterios de exactitud verificables, fundamento para su incorporación gradual a la instrucción de cadetes de artillería (USGS, 2014).

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 empleo de la fotogrametría aérea con el objetivo de incidir en instrucción en topografía 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.

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

Finalmente, se elaboraron las conclusiones y recomendaciones propuestas.

CAPÍTULO I.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción problemática

A nivel internacional, el levantamiento fotogramétrico con UAV se reportó como más eficiente y seguro que métodos puramente terrestres, pues en comparaciones controladas se redujeron los plazos de 11 a 6 días ($-45,45\%$) y los costos totales en 52% , manteniendo concordancia métrica con GNSS terrestre (Ibrahim et al., 2025). Además, en cálculos de movimiento de tierras se observaron diferencias de $2,36\%$ – $2,51\%$ entre fotogrametría UAV y métodos tradicionales, valores compatibles con el uso operativo cuando se documentaron los parámetros y controles de calidad, lo que evidenció una madurez tecnológica con impacto directo en tiempos, coberturas y seguridad del personal (Lee et al., 2022).

Esta problemática se enmarcó en exigencias internacionales de calidad de datos geospaciales que demandaron precisión posicional, coherencia lógica y metadatos verificables, por lo que la adopción de técnicas con drones requirió documentar exactitud absoluta y relativa, completitud y trazabilidad del proceso conforme a un léxico común (ISO, 2013). En la región, guías recientes recomendaron evaluar la precisión mediante RMSE, controles independientes y reporte estandarizado, integrando normas ISO 19157, 19131 y 19115-1, lo cual obligó a programas formativos a fortalecer procedimientos de control de calidad desde la planificación hasta la generación de productos (IPGH, 2024).

En este contexto, la implementación de la fotogrametría aérea se definió como la incorporación planificada de vuelos con parámetros de solape, geometría y control en tierra, seguida de flujos de procesamiento para ortofotos y modelos digitales, la cual ya se utilizó globalmente por su rapidez, resolución y costo por unidad de área (Arévalo-Verjel et al., 2025). Dicha implementación implicó competencias en diseño de misión, gestión de riesgos operacionales, documentación del control de calidad y cumplimiento de marcos aeronáuticos para operaciones con aeronaves pilotadas a distancia, lo que exigió formación específica y procedimientos estandarizados para personal en entrenamiento (ICAO, 2024).

Por su parte, las prácticas topográficas se concibieron como la aplicación sistemática de técnicas de medición, cálculo e interpretación para representar el terreno con exactitud

suficiente para la toma de decisiones en ingeniería, lo que históricamente estuvo soportado por organismos profesionales que promovieron normalización y competencia técnica (FIG, 2006). En términos educativos y de certificación, las directrices internacionales para programas de hidrografía y cartografía —referentes de calidad en levantamientos y productos— exigieron evidencias de resultados de aprendizaje, control de errores y validación de productos, con lo cual la práctica formativa debió alinearse a estándares de competencia medibles (IHO, 2023).

Sin embargo, pese a los avances y beneficios observados en otros contextos, en el entorno institucional de referencia persistió la ausencia de fotogrametría aérea en la formación regular, por lo que resultó pertinente medir la necesidad de su implementación y su potencial para fortalecer las prácticas topográficas mediante instrumentos válidos y confiables (MTC, 2018). Esta necesidad se vinculó además a lineamientos públicos que promovieron el uso responsable de RPAS para obtención de información geoespacial aplicada a gestión del riesgo y planificación, reforzando el argumento para su incorporación gradual y normada en la instrucción de cadetes (CENEPRED, 2017).

A nivel nacional se observaron mejoras cuantificables al comparar levantamientos tradicionales con fotogrametría UAV: en proyectos viales y de grandes extensiones, el uso de drones redujo tiempos operativos hasta en 70% y mantuvo tolerancias aceptables para fines topográficos generales (Saraya, 2025). En Lima, estudios aplicados también reportaron optimización del tiempo en 35% y reducción de costos en 28% al incorporar flujos de captura y procesamiento fotogramétrico en la etapa de diseño, evidenciando ventajas logísticas y de seguridad en campo (Yulgo, 2024).

Estas evidencias se alinearon con actuaciones institucionales: durante la emergencia del Niño Costero se elaboraron 30 informes EVAR en 27 distritos a nivel nacional, lo que exigió productos geoespaciales rápidos y verificables para la toma de decisiones (CENEPRED, 2017). Paralelamente, el marco legal regulatorio consolidó la operación de sistemas RPAS mediante la Ley 30740, generando condiciones de seguridad operacional y habilitando su uso civil con control estatal, premisa indispensable para su adopción formativa y técnica (MTC, 2019).

En el Perú, la variable “implementación de la fotogrametría aérea” se entendió como la incorporación planificada de vuelos con parámetros de solape, control en tierra y procesamiento para ortofotos y modelos, ejecutada bajo un régimen aeronáutico que definió autorizaciones y restricciones para RPAS en entornos civiles y áreas institucionales (MTC,

2019). Su despliegue curricular y operativo se vinculó con normas técnicas nacionales de geodesia y control de calidad emitidas por el Instituto Geográfico Nacional, que estandarizaron el establecimiento de puntos, precisión posicional y trazabilidad de datos para productos cartográficos oficiales (IGN, 2024).

La variable “prácticas topográficas” abarcó la aplicación sistemática de mediciones, cálculo, interpretación y representación del terreno —levantamientos, procesamiento y uso de resultados— conforme a perfiles profesionales y resultados de aprendizaje definidos por el sector público de formación técnica (SENCICO, 2024). En casos aplicados, la práctica incluyó levantamientos UAV en distritos peruanos para zonificación y actualización cartográfica, integrando registro de puntos de control, generación de ortofotos y planos finales, lo que demostró transferencia directa a escenarios urbanos y de infraestructura (Visalot Camus et al., 2022).

En la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” la implementación de la fotogrametría aérea se planteó como una innovación didáctica que habría complementado la formación existente en “Topografía y Cartografía Digital” para cadetes de artillería, integrando planificación de misión, seguridad operativa y criterios de calidad en la generación de insumos cartográficos (EMCH, 2023). Esta incorporación se enmarcó en el cumplimiento de la Ley N.º 30740 para operaciones con RPAS, lo que implicó procedimientos de autorización, limitaciones operativas y responsabilidades bajo supervisión aeronáutica, condiciones necesarias para prácticas controladas dentro de instalaciones militares y para el uso académico de aeronaves no tripuladas (MTC, 2018).

Operativamente, la variable se explicó como un flujo que abarcó el diseño del vuelo con solapes y GCP, la captura de imágenes estabilizadas y el procesamiento para ortofotos y modelos digitales con verificación posicional, de modo que la calidad de los productos dependió de estándares nacionales de posicionamiento y control promovidos por el Instituto Geográfico Nacional (IGN, 2025). En el contexto de la EMCH “CFB”, esta lógica se articuló con evidencias previas de formación geoespacial —por ejemplo, el desempeño alto reportado en el uso de GPS y topografía para el tiro en 69,9% de cadetes evaluados— lo cual indicó capacidad institucional para asimilar técnicas fotogramétricas en la práctica académica (Vilca & Vásquez, 2023).

En la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” las prácticas topográficas se configuraron como actividades sistemáticas de medición, cálculo e interpretación para apoyo al tiro y a la representación del terreno, con antecedentes de investigación aplicada que emplearon poblaciones de 60 cadetes y muestras de 46, registrando necesidades concretas de fortalecimiento instrumental y de gestión de datos (Raymundo Ramos et al., 2016). Posteriormente, los resultados de otro estudio con 73 cadetes mostraron niveles altos de desempeño en la integración de GPS y topografía para el tiro y una relación positiva muy fuerte entre ambas dimensiones ($\rho=0,873$), lo que respaldó la pertinencia de mantener prácticas exigentes y estandarizadas en el entrenamiento (Vilca & Vásquez, 2023).

Bajo ese marco, la variable se explicó en la EMCH “CFB” como una secuencia formativa que incluyó levantamiento de campo, procesamiento de datos y aplicación práctica para replanteos y control, articulada con la oferta curricular vigente en “Topografía y Cartografía Digital” orientada al arma de artillería (EMCH, 2023). La consistencia técnica de dichas prácticas se respaldó con normas geodésicas nacionales que regularon el posicionamiento GNSS, la trazabilidad de puntos de control y la evaluación de precisión, contribuyendo a que los productos generados por los cadetes se ajustaran a requisitos verificables de exactitud y coherencia espacial (IGN, 2025).

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Espacial

El ámbito espacial de la investigación se circunscribió a las instalaciones de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, campus ubicado en Av. Escuela Militar s/n, distrito de Chorrillos, Lima, que comprendió aulas especializadas, áreas de instrucción y zonas de práctica topográfica dentro de la unidad académica (EMCH, 2024). Esta acotación incluyó únicamente a cadetes del arma de artillería y restringió toda actividad de levantamiento, simulación y verificación a recintos institucionales, lo que permitió controlar accesos, seguridad y disponibilidad logística, además de asegurar coherencia cartográfica con el asiento oficial del Comando de Educación y Doctrina del Ejército situado en la misma avenida, evitando variaciones por desplazamientos externos y garantizando trazabilidad espacial de los productos generados (Ejército del Perú, 2025).

1.2.2. Temporal

El recorte temporal contempló actividades de campo, gabinete y validación desarrolladas durante el año académico 2025 en la EMCH “CFB”, bajo la vigencia de la Ley N.º 30740 que reguló el uso y las operaciones de RPAS en el país para fines civiles y formativos, condición que enmarcó la factibilidad técnica y los procedimientos de autorización requeridos (MTC, 2019). En ese período se aplicaron los cuestionarios tipo Likert, se ejecutaron prácticas topográficas y se documentaron flujos de captura y procesamiento, alineados con la programación académica institucional evidenciada en sus publicaciones de investigación de 2025, cerrando la base de datos y el procesamiento antes del término del ciclo para preservar consistencia temporal de mediciones y comparabilidad interna (EMCH, 2025).

1.2.3. Teórica

La delimitación teórica se sustentó en lineamientos técnicos nacionales e internacionales sobre posicionamiento, referencia geodésica y control de calidad para datos geoespaciales, que definieron marcos, métodos de GNSS y criterios de evaluación de precisión aplicables a productos derivados de fotogrametría y topografía usados en formación (IGN, 2025). Bajo este marco, la variable “implementación de la fotogrametría aérea” comprendió planificación de misión, control de solapes, puntos de apoyo y procesamiento para ortoimágenes y modelos, mientras que “prácticas topográficas” abarcó levantamiento de campo, cálculo e interpretación, ambos contrastados contra especificaciones de ortoimágenes digitalizadas que establecieron requisitos de exactitud posicional y reporte estandarizado (USGS, 2014).

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es la relación que existe entre el empleo de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía 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 planificación operativa de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025?

¿Cuál es la relación que existe entre la captura de datos de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025?

¿Cuál es la relación que existe entre el procesamiento de información de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía 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 el empleo de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía 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 planificación operativa de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

Determinar la relación que existe entre la captura de datos de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

Determinar la relación que existe entre el procesamiento de información de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía 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

En el plano teórico, la investigación se sustentó en que la fotogrametría aérea produjo ortoimágenes y modelos con exactitud posicional verificable bajo estándares internacionales, lo que fortaleció la rigurosidad de productos topográficos utilizados en formación militar (ASPRS, 2014). Este sustento normativo se complementó con especificaciones oficiales para ortoimágenes que establecieron control independiente de puntos, trazabilidad del

procesamiento y criterios de aceptación, asegurando comparabilidad y validez de los insumos geoespaciales generados por los cadetes (USGS, 2024).

1.5.2. Justificación metodológica

En el plano metodológico, el estudio adoptó enfoque cuantitativo de tipo básico, diseño no experimental y alcance descriptivo-correlacional, lo que permitió medir percepciones y relaciones entre variables mediante cuestionarios tipo Likert, con procedimientos de validez y confiabilidad replicables en contextos académicos (Valencia Rodríguez, 2022). La selección del diseño transversal permitió estimar asociaciones sin manipulación de variables, apoyándose en prácticas consolidadas en tesis peruanas recientes que emplearon métricas como alfa de Cronbach y correlaciones para contrastar hipótesis en poblaciones de formación superior (Trinidad Cárdenas, 2024).

1.5.3. Justificación práctica

En el plano práctico, la justificación se orientó a la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, donde la asignatura de Topografía y Cartografía Digital constituyó el punto de anclaje para incorporar flujos fotogramétricos de planificación, captura y procesamiento como refuerzo de las prácticas topográficas (EMCH, 2024). Esta incorporación se enmarcó en la Ley N.º 30740 que reguló el uso de RPAS en el país, estableciendo condiciones de seguridad operacional y autorización que hicieron viable su aplicación didáctica dentro de instalaciones militares, con beneficios esperados sobre tiempos, cobertura y control de calidad (MTC, 2018).

1.5.4. Importancia de la investigación

La investigación fue importante porque alineó la formación de los cadetes con estándares internacionales de exactitud posicional y control de calidad, asegurando que los productos fotogramétricos generados —ortoimágenes y modelos— mantuvieran criterios verificables para su uso académico y operativo (ASPRS, 2014). Al adoptar especificaciones oficiales de ortoimágenes que normaron consistencia, metadatos y validación independiente, se fortaleció la comparabilidad de resultados y la reproducibilidad de los procesos enseñados en la Escuela Militar (USGS, 2014).

En el contexto peruano, la evidencia empírica mostró mejoras operativas cuantificables que justificaron incorporar fotogrametría con drones en la práctica formativa: se reportó una productividad de 1 642 537 puntos/hora frente a 26 puntos/hora con estación total, reducción

del tiempo por hectárea de 0.317 a 0.011 horas y menor costo total del proyecto al usar dron (Saraya Mendoza, 2025). Complementariamente, propuestas y tesis nacionales orientadas a cuantificación de movimiento de tierras y levantamientos topográficos sustentaron reducciones de tiempo y costos mediante flujos fotogramétricos, reforzando la pertinencia curricular para las necesidades del arma de artillería (Eyzaguirre Salinas, 2023).

La relevancia institucional se cimentó en que la implementación y las prácticas se desarrollaron bajo un marco aeronáutico vigente que reguló el uso de RPAS en el país, condición necesaria para actividades académicas seguras dentro de instalaciones militares y para la gestión responsable de riesgos operativos (MTC, 2019). Asimismo, la articulación con normas geodésicas del Instituto Geográfico Nacional sobre establecimiento de puntos y posicionamiento estático relativo aseguró trazabilidad, interoperabilidad y calidad de los productos generados por los cadetes, facilitando su integración con la infraestructura nacional de datos espaciales (IGN, 2024).

1.6. Limitaciones de la investigación

La falta de tiempo se manifestó porque el calendario académico y los permisos para actividades en la EMCH “CFB” comprimieron la recolección de datos y el procesamiento. Para mitigarlo, se priorizó la aplicación del cuestionario en franjas de instrucción ya programadas, se ejecutó un cronograma por micro-hitos diarios, y se organizó al equipo en roles específicos para acelerar el registro y la depuración. Además, se utilizó un instrumento cerrado tipo Likert previamente piloteado para reducir tiempos de explicación, se aplicó captura digital para evitar transcripción posterior, y se planificó el análisis descriptivo y correlacional en plantillas preconfiguradas, lo que permitió cumplir el alcance sin sacrificar la calidad mínima exigida.

La información limitada se evidenció por registros institucionales incompletos y la ausencia de experiencias previas documentadas de fotogrametría aérea en el currículo. Para afrontarlo, se recurrió a triangulación de fuentes documentales relevantes, se incorporó juicio de expertos para fortalecer la validez de contenido del cuestionario, y se realizaron entrevistas breves estructuradas a instructores para contextualizar los ítems. Asimismo, se explicitó la delimitación muestral y se reportó la tasa de respuesta, se documentaron supuestos y sesgos potenciales, y se complementó la interpretación con indicadores operativos observables en prácticas topográficas, de modo que las conclusiones conservaron coherencia interna y utilidad para decisiones formativas futuras.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Martínez y Bermeo (2023), en su tesis de Licenciatura “Análisis comparativo de precisión y eficiencia de tecnologías topográficas para levantamientos: fotogrametría y LiDAR aerotransportado con dron y receptor GNSS (modo RTK), aplicado al parque El Paraíso de Cuenca”, realizada en la Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca–Ecuador. El objetivo fue analizar y comparar la precisión y eficiencia de tres tecnologías. La metodología fue aplicada y comparativa: se planificó una campaña con selección de puntos de control, adquisición de datos en campo y posprocesamiento. Se empleó GNSS RTK (receptor Emlid RS2), fotogrametría con dron DJI procesada en Pix4D y LiDAR con Matrice 300 RTK y sensor Zenmuse L1, procesado en DJI Terra y ArcGIS Pro. La población y muestra correspondieron al Parque El Paraíso ($\approx 175\,249,95\text{ m}^2$); se levantaron 762 puntos con GNSS y se usaron 10 puntos de control; con LiDAR se generó nube de puntos y MDT. La técnica fue prospección in situ con UAV y GNSS y posprocesamiento. Resultados (cuantitativos): el tiempo total fue 7,3 h (fotogrametría), 13,3 h (LiDAR) y 24 h (GNSS); el costo estimado fue $\approx \$40\,204,50$; $\$53\,700$; y $\$21\,700$; el análisis de precisión reportó RMSE de 0,054 m (Este) y 0,088 m (Norte) para el comparativo PPK–RTK, con RMSEr 0,103 m. Conclusiones: todas las tecnologías ofrecieron precisión aceptable; la elección dependió de los requerimientos del proyecto; PPK–RTK destacó en elevación y PPK–LiDAR mostró menores desviaciones en X e Y, por lo que la selección debía ajustarse al tipo de medición crítica en cada levantamiento.

Amaro y Chabla (2024), en su tesis de Licenciatura: “Análisis comparativo entre levantamientos topográficos con estación total y vehículos aéreos no tripulados (UAVs) en los Andes del sur del Ecuador”, realizado en la Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca – Ecuador. El objetivo estableció evaluar el uso y la eficiencia de estación total y UAVs para identificar el método más eficaz y aplicarlo en estudios de ingeniería. La metodología se enmarcó en un marco metodológico aplicado y comparativo, con trabajo de campo y gabinete en una zona montañosa; se planificaron levantamientos con ambos métodos, se fijaron puntos de control y se procesaron los datos en SIG. La población correspondió al territorio de la

parroquia Cumbe (Azúy), de relieve montañoso y altitud media cercana a 2700 m s. n. m.; la muestra fue el polígono efectivamente levantado con cada técnica. La técnica y el instrumento de recolección emplearon estación total con prisma, trípode, porta-prismas y radios, con control geodésico RTK base-rover y procedimientos de toma de puntos; en gabinete se usó QGIS para importar y modelar la información y Pix4D para el posprocesamiento fotogramétrico. En resultados (cuantitativos), el UAV cubrió 5,67 ha y la estación total 4,77 ha; esto evidenció mayor cobertura aérea frente a menor extensión con método terrestre ($\approx 54,3\%$ vs. $45,7\%$ del total combinado). El cronograma mostró que el levantamiento con UAV tomó entre 5 y 7 días incluyendo planificación, campo y posproceso, mientras que la estación total demandó alrededor de dos semanas más un día adicional de gabinete; el posproceso empleó Pix4D. Las conclusiones indicaron que ambos enfoques resultaron complementarios: los UAVs optimizaron la cobertura y el tiempo en topografías complejas, y la estación total aportó precisión puntual; la elección dependió del entorno y de los objetivos del proyecto.

Salas (2022), en su tesis de Licenciatura: “Análisis comparativo sobre levantamientos topográficos mediante drones respecto a levantamientos topográficos convencionales”, realizado en la Universidad Cooperativa de Colombia, Neiva – Colombia. El objetivo se orientó a analizar, determinar y caracterizar los métodos de levantamiento más usados en ingeniería, comparando sus ventajas, desventajas y diferencias para fundamentar decisiones técnicas en futuros proyectos. La metodología fue un análisis sistemático de literatura como trabajo de graduación, con búsqueda, cribado y síntesis comparativa de fuentes especializadas sobre topografía convencional y con UAV. La población y muestra estuvieron conformadas por la producción académica disponible sobre levantamientos topográficos; se seleccionaron los estudios que cumplieron criterios de inclusión definidos para la comparación entre métodos convencionales y el empleo de drones. La técnica e instrumento de recolección de datos consistieron en revisión documental y matrices de análisis temático para extraer parámetros de precisión, rendimiento y costos reportados por las fuentes, permitiendo contrastar los hallazgos entre enfoques. Resultados (cualitativos): el análisis describió que los drones facilitaron coberturas amplias en menor tiempo y con eficiencia operativa en terrenos complejos, mientras que los métodos convencionales —como estación total y GNSS— preservaron mayor control y precisión puntual, por lo que la elección del procedimiento dependió de la finalidad, condiciones del sitio y requerimientos normativos del producto cartográfico. En conclusiones, se sostuvo que no existió un método universalmente superior; más bien, la complementariedad entre UAV y técnicas tradicionales ofreció un equilibrio entre rapidez, detalle y trazabilidad,

recomendándose definir el método con base en precisión exigida, accesibilidad del área, presupuesto y tiempos de entrega en cada levantamiento.

Yamasqui (2022), en su tesis de Licenciatura: “Evaluación y valoración de levantamientos topográficos mediante aerofotogrametría y métodos tradicionales, utilizando estación total o GPS diferencial”, realizado en la Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba – Ecuador. El objetivo se orientó a comparar el desempeño de la aerofotogrametría con drones frente a los métodos convencionales (estación total y GPS diferencial) para estimar su eficiencia técnica y operativa en trabajos topográficos. La metodología se planteó como un estudio aplicado y comparativo, con fases de planificación, adquisición de datos en campo y posprocesamiento, donde cada técnica se ejecutó bajo protocolos equivalentes para permitir la confrontación de tiempos, costos, densidad de puntos y precisión. La población y muestra correspondieron al área topográfica efectivamente levantada con cada método dentro de un mismo entorno de análisis, considerada suficiente para la contrastación de desempeño entre tecnologías. La técnica e instrumento de recolección de datos incluyeron vuelos fotogramétricos con UAV y control terrestre, así como observaciones con estación total y GPS diferencial, complementadas con software de procesamiento y SIG para generar productos cartográficos comparables. Resultados (cuantitativos): se evidenció que la aerofotogrametría aumentó la cobertura y redujo los tiempos de campo con una densidad de información superior, mientras que la estación total y el GPS diferencial conservaron un control puntual elevado y trazabilidad en el ajuste de observaciones; no se reportó una prueba formal de hipótesis. En conclusiones, se sostuvo que ninguna técnica fue universalmente superior: la fotogrametría resultó más eficiente para áreas extensas y con relieve complejo, y los métodos tradicionales fueron preferibles cuando la prioridad recayó en verificaciones puntuales y control geométrico, recomendándose su uso complementario según fines y restricciones del proyecto.

Cuque (2020), en su tesis de Licenciatura: “Determinación del grado de precisión de un levantamiento fotogramétrico respecto a un procedimiento topográfico con teodolito para la medición de terrenos y otras aplicaciones”, realizado en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala – Guatemala. Objetivo: determinó el grado de precisión del levantamiento fotogramétrico en comparación con un procedimiento topográfico con teodolito. Metodología: desarrolló un estudio comparativo aplicado; planificó y ejecutó dos vuelos fotogramétricos preprogramados con un dron DJI Phantom 4 Pro mediante Pix4D Capture, y procesó las imágenes en Agisoft PhotoScan para generar nubes de puntos, MDT y ortofotos;

en paralelo, efectuó un levantamiento planimétrico-altimétrico con teodolito siguiendo una poligonal cerrada y controles de cierre. Población y muestra: el área de estudio correspondió a potreros de la granja experimental de la FMVZ-USAC; la muestra operativa fue el polígono analizado ($\approx 9\,900,418\text{ m}^2$). Técnica e instrumento de recolección de datos: se obtuvieron puntos de control terrestre (GCP) con receptor GNSS SOUTH S750 y posproceso (South Total Control/Leica Geo Office), y se midieron ángulos/distancias con teodolito mecánico digital, estatal y procedimientos de poligonal cerrada; los datos se integraron y compararon en AutoCAD Civil 3D. Resultados (cuantitativos): el error cuadrático medio entre fotogrametría y teodolito fue $\sigma_X = 0,01536\text{ m}$ y $\sigma_Y = 0,01451\text{ m}$ (dentro de la tolerancia IGN de $0,05\text{ m}$), y $\sigma_Z = 0,21434\text{ m}$ (por encima del umbral), evidenciando muy buena precisión planimétrica y menor precisión altimétrica en presencia de vegetación. Conclusiones: la fotogrametría con VANT permitió obtener productos confiables en menos tiempo para fines de medición de terrenos, resultó comparable al método con teodolito en X-Y y requirió cautelas adicionales para Z, recomendándose buenas prácticas de vuelo, GCP y procesamiento para mitigar variaciones.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Soto y Sánchez (2025), en su tesis de Licenciatura: “Fotogrametría con VANT RTK para capturar detalles topográficos precisos mediante el software Pix4Dmapper para mejorar la calidad constructiva de la renovación del puente Pomallucay en la región de Áncash”, realizado en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima – Perú. El objetivo se orientó a demostrar la eficacia de los VANT con tecnología RTK para obtener información topográfica precisa aplicada al proyecto de renovación del puente Pomallucay, evaluando su aporte frente a los insumos del expediente técnico. La metodología se estructuró como un estudio aplicado y comparativo: se ejecutó un levantamiento fotogramétrico sobre $30\,400\text{ m}^2$ con un VANT RTK y se procesaron las imágenes en Pix4Dmapper para generar ortomosaicos y modelos digitales del terreno, contrastando luego los resultados con el plano clave PC-01 del expediente del OSCE mediante Civil 3D. La población y la muestra estuvieron constituidas por el entorno inmediato de la obra —el área efectivamente levantada—, considerada representativa para verificar concordancias y discrepancias con el diseño original. La técnica e instrumento de recolección de datos comprendieron vuelos fotogramétricos RTK con georreferenciación precisa, procesamiento en Pix4Dmapper y verificación técnica en Civil 3D frente a la documentación oficial del proyecto. Resultados (cuantitativos): el levantamiento abarcó $30\,400$

m² y permitió construir productos geoespaciales de alta precisión; al compararlos con el plano PC-01, se confirmó coincidencia en puntos geodésicos y se detectaron errores de ubicación del diseño, con desplazamientos relevantes en coordenadas y cotas de elementos críticos de la zapata, evidenciando mejoras potenciales en calidad, tiempo y costos al adoptar VANT RTK. En conclusiones, se sostuvo que el uso de drones RTK y fotogrametría fortaleció la confiabilidad de los datos topográficos y optimizó la toma de decisiones constructivas, recomendándose su integración sistemática en obras civiles comparables.

Cristóbal (2023), en su tesis de Licenciatura: “Aplicación de la fotogrametría con drones para movimiento de tierras en las unidades Atacocha y El Porvenir de la Compañía Nexa Resources”, realizado en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco – Perú. El objetivo se orientó a determinar de qué manera la fotogrametría optimizó los recursos empleados en la ejecución de levantamientos topográficos y el cálculo de volúmenes en las unidades El Porvenir–Atacocha (2022). La metodología se definió como aplicada, con nivel descriptivo-comparativo; empleó el método científico apoyado en métodos específicos deductivo y analítico, y se desarrolló bajo un diseño cualitativo no experimental, conforme al marco metodológico consignado en el registro. La población se refirió a los frentes de movimiento de tierras de las unidades mineras estudiadas y la muestra estuvo constituida por la cantera Yanamachay y el canal de coronación de Atacocha, seleccionados como casos de análisis para contrastar desempeños y beneficios operativos. La técnica e instrumento de recolección se basaron en la aplicación de levantamientos fotogramétricos con drones y en el procesamiento de la información para estimar volúmenes y generar productos topográficos comparables con las prácticas habituales de campo. Resultados (cualitativos): el estudio describió que la fotogrametría con drones posibilitó la optimización de recursos en la ejecución de levantamientos y en la estimación de volúmenes en los casos seleccionados, al facilitar la obtención y análisis de información espacial con oportunidad para la gestión del movimiento de tierras. En conclusiones, se sostuvo que la fotogrametría constituyó una alternativa pertinente para apoyar decisiones operativas y mejorar la eficiencia del proceso, recomendándose su utilización en contextos similares y la formalización de lineamientos para su implementación en proyectos de movimiento de tierras.

Guzman y Guzman (2022), en su tesis de Licenciatura: “Empleo de la Fotogrametría Aérea y los Trabajos Topográficos de los cadetes de cuarto año de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos ‘Coronel Francisco Bolognesi’ 2022”, realizado en la Escuela Militar de

Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, Lima – Perú. El objetivo se orientó a determinar de qué manera se relacionó el empleo de la fotogrametría aérea con los trabajos topográficos efectuados por los cadetes de cuarto año de artillería. La metodología se desarrolló con enfoque cuantitativo, tipo de investigación básica, método hipotético-deductivo, alcance descriptivo-correlacional y diseño no experimental de corte transversal. La población estuvo constituida por 39 cadetes y la muestra fue probabilística aleatoria con 36 participantes. La técnica y el instrumento de recolección de datos consistieron en la encuesta aplicada mediante un cuestionario tipo Likert validado para medir percepciones sobre empleo de fotogrametría, uso de UAV, software de mapeo, planificación de vuelo y productos fotogramétricos frente a los trabajos topográficos. En resultados (cuantitativos), se reportó que el 80,6 % de los cadetes indicó niveles altos tanto en el empleo de la fotogrametría aérea como en los trabajos topográficos; adicionalmente, la correlación de Spearman arrojó $Rho = 0,806$ con significancia $p = 0,000 < 0,05$, evidenciando relación positiva alta entre ambas variables. En conclusiones, se sostuvo que existió una relación directa y significativa: la incorporación sistemática de la fotogrametría aérea se asoció con mejoras en precisión, oportunidad y eficiencia de los trabajos topográficos de los cadetes, por lo que se recomendó su implementación operativa y formativa para robustecer la instrucción artillera y la obtención de insumos topográficos con mayor calidad.

Romero (2022), en su tesis de Licenciatura: “Fotogrametría mediante triangulación aérea para el levantamiento topográfico de redes eléctricas en reemplazo del método tradicional”, realizada en la Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo – Perú. El objetivo se orientó a identificar las diferencias entre el levantamiento por fotogrametría con triangulación aérea y el método topográfico tradicional aplicado a redes eléctricas, valorando su precisión, tiempo y costos operativos. La metodología se planteó como aplicada, de nivel descriptivo, con diseño descriptivo-comparativo; se contrastaron ambos enfoques en una intervención real. La población y muestra correspondieron al tramo operativo donde se ejecutó el levantamiento topográfico: la línea primaria de 13,2 kV del alimentador A4231 de la Unidad de Negocios Huancayo–Electrocentro, en el distrito de Pariahuanca, seleccionada por su representatividad para redes de media tensión. La técnica de recolección consistió en observación estructurada del proceso de campo y gabinete; el instrumento fue una ficha técnica de observación para registrar tiempos, costos y métricas de calidad de producto cartográfico. Resultados (cuantitativos): el costo total del levantamiento con dron fue de S/ 783,27 frente a S/ 1 187,05 del método tradicional (diferencia S/ 403,78 a favor del primero); en tiempo, el

método fotogramétrico redujo 20 horas (480 minutos) respecto del procedimiento convencional, además de alcanzar mayor precisión en la restitución de las redes. En conclusiones, el estudio sostuvo que existieron diferencias sustantivas en precisión, oportunidad y costos entre ambos enfoques; la fotogrametría mediante triangulación aérea resultó más eficiente para el levantamiento de redes eléctricas, por lo que se recomendó su adopción operativa y su articulación con controles topográficos cuando se requiriera verificación puntual.

Bernal (2020), en su tesis de Maestría: “Aplicación de la fotogrametría aérea para efectuar levantamientos topográficos y levantamiento de la línea de creciente ordinaria (LCO) en inmediaciones de la ciudad de Iquitos”, realizado en la Escuela Superior de Guerra Naval – Escuela de Postgrado (Marina de Guerra del Perú), La Punta – Perú. El objetivo se orientó a evaluar la factibilidad de implementar fotogrametría aérea —con drones y con imágenes satelitales— para producir cartografía y delimitar la LCO del río Amazonas en el ámbito urbano de Iquitos. La metodología se desarrolló con diseño descriptivo y corte transaccional, a partir de un vuelo de dron Phantom 4 (modelo FC6310R) y del análisis de ofertas de fotogrametría satelital, complementado con la normativa SEHINAV para la LCO. La población y muestra correspondieron al sector urbano ribereño intervenido: se cubrieron 40 200 m² en Iquitos con un vuelo de 17 min 17 s y posprocesamiento de 25 h 15 min; adicionalmente se usaron series históricas limnimétricas 1968–2018 para estimar niveles ordinarios. La técnica y el instrumento de recolección de datos comprendieron fotogrametría con VANT (141 imágenes, 116 posiciones de cámara, GSD \approx 1,53 cm/píxel, sistema WGS84) y la consulta de soluciones satelitales de alta resolución para áreas \geq 50 km²; la determinación de LCO se apoyó en el procedimiento con estación limnimétrica. Resultados (cuantitativos): se generaron ortomosaico y MDE del sector (véanse las Figuras 3–5), confirmándose eficiencia temporal y de personal frente a métodos tradicionales; para la LCO, los promedios 1968–2018 fueron 117,33 (cota arbitraria) y 87,17 (EGM-96), imposibles de derivar con fotogrametría por la no penetración de la columna de agua. En conclusiones, la fotogrametría aérea resultó viable y conveniente para levantamientos topográficos en Iquitos; en cambio, la LCO debió seguir determinándose con registros limnimétricos, recomendándose laboratorios de dron, capacitación y uso de imágenes satelitales para coberturas extensas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Variable 1: Empleo de la fotogrametría aérea*

Definición

El empleo de la fotogrametría aérea se entendió como el uso planificado de sistemas aéreos no tripulados y cámaras calibradas para adquirir imágenes superpuestas y reconstruir información métrica del terreno mediante algoritmos fotogramétricos y de visión por computador (Colomina & Molina, 2014). En esta investigación, el concepto abarcó la planificación de misiones con solapes, la integración de sensores RGB o multispectrales, la georreferenciación mediante puntos de control o GNSS embarcado y la obtención de productos cartográficos como ortoimágenes y modelos digitales, entendidos como insumos geoespaciales listos para análisis, diseño y entrenamiento aplicado en entornos formativos de artillería (Nex & Remondino, 2014).

Desde la perspectiva de proceso, el empleo comprendió etapas secuenciales: definición de objetivos, parámetros de vuelo y cobertura; control de iluminación; establecimiento de puntos de apoyo; captura con criterios de solape longitudinal y transversal; y un posproceso que generó ortoimágenes y mosaicos conformes a especificaciones oficiales de ortofotografía, con metadatos, formatos y pruebas de aceptación (USGS, 2014). La estandarización de la calidad posicional y la verificación de errores se apoyó en normas profesionales que definieron cómo reportar exactitudes horizontales y verticales mediante RMSE y clases de precisión, asegurando que los productos fotogramétricos alcanzaran niveles verificables para su uso académico y operativo (ASPRS, 2014).

El desempeño métrico del empleo dependió de decisiones técnicas como el número y la distribución de puntos de control, las configuraciones de cámara y el uso de GNSS RTK/PPK, factores que afectaron la exactitud planimétrica y altimétrica documentada en validaciones experimentales con variaciones sistemáticas de GCP (Agüera-Vega et al., 2017). Para garantizar comparabilidad y trazabilidad, la evaluación de calidad se fundamentó en lineamientos internacionales de datos geográficos que establecieron elementos, medidas y procedimientos de reporte, permitiendo describir la calidad global de los conjuntos derivados con un vocabulario común y criterios reproducibles (ISO, 2013).

En términos operativos, el empleo de la fotogrametría aérea permitió acelerar levantamientos, ampliar coberturas difíciles o riesgosas y mejorar la seguridad del personal al sustituir exposiciones innecesarias en campo, sin sacrificar la fidelidad topográfica cuando se mitigaron errores sistemáticos en redes de imágenes y se optimizó la geometría de captura (James & Robson, 2014). Este enfoque se tradujo en capacidades formativas y profesionales para producir bases cartográficas actualizadas, sostener ejercicios de práctica topográfica con control objetivo de calidad y transferir resultados a flujos de ingeniería y gestión territorial, justificando su adopción en contextos académicos militares que requerían productos estandarizados y verificables (Colomina & Molina, 2014).

Teorías

La primera teoría clave se fundamentó en la geometría de proyección central formalizada por las ecuaciones de colinealidad y la calibración de cámara, mediante la cual se modelaron la orientación interna (distancia focal, punto principal) y las distorsiones, permitiendo vincular coordenadas de imagen con coordenadas del objeto con rigor métrico (Brown, 1971). Sobre esta base, el modelo DLT extendió la relación imagen-objeto a una formulación lineal útil para orientaciones y mediciones cuando se dispuso de puntos de control bien distribuidos, consolidando el cimiento geométrico que hizo posible que la fotogrametría aérea reconstruyera posiciones y formas del terreno con exactitud comprobable (Abdel-Aziz & Karara, 1971).

La segunda teoría relevante correspondió al ajuste del haz (bundle adjustment) como estimador simultáneo de parámetros de cámara y estructura 3D, el cual operó bajo el principio de mínimos cuadrados no lineales con funciones de costo robustas para depurar observaciones y minimizar residuos reproyectados en todas las imágenes (Triggs et al., 2000). En la práctica contemporánea, esta formulación constituyó el núcleo de los sistemas Structure-from-Motion, donde estrategias incrementales y controles de consistencia mejoraron robustez, completitud y escalabilidad de la reconstrucción, integrando selección de correspondencias, detección de outliers y refinamiento global de la red fotogramétrica (Schönberger & Frahm, 2016).

La tercera teoría se centró en el aseguramiento de la calidad posicional y la conformidad con estándares, según los cuales los productos ortoimágenes debieron demostrar exactitud horizontal y vertical, metadatos, y procedimientos de verificación mediante checkpoints y RMSE reportados conforme a especificaciones oficiales de ortoimagen (USGS, 2014).

Complementariamente, los estándares de exactitud posicional de la ASPRS establecieron clases, umbrales y protocolos de muestreo para datos geoespaciales digitales, proporcionando un marco normativo para declarar y auditar la calidad de ortofotos y derivados fotogramétricos usados en formación y operación (ASPRS, 2014).

Dimensiones de la variable: Planificación operativa, Captura de datos y Procesamiento de información.

Dimensión 1. Planificación operativa

La planificación operativa se entendió como el proceso que integró objetivos de la misión, restricciones del entorno, selección de recursos y definición de productos esperados para ejecutar levantamientos fotogramétricos con coherencia técnica y seguridad, abarcando desde la preparación documental hasta la coordinación del equipo y la autorización pertinente (Colomina & Molina, 2014). En ese marco, se articularon la intención del vuelo, el área a cubrir, los criterios de aceptabilidad de los resultados y los mecanismos de gestión del riesgo como condición previa para la operación sistemática de aeronaves no tripuladas en entornos de formación y práctica topográfica (EASA, 2023).

Como componente técnico, la planificación operativa definió la geometría de adquisición —altura, GSD, solapes longitudinales y transversales—, la ruta de vuelo y la distribución de puntos de control en tierra, porque la precisión alcanzada dependió de dichas decisiones de misión y de la configuración de la cámara (Agüera-Vega et al., 2017). Además, se establecieron de antemano umbrales de calidad y procedimientos de verificación posicional para admitir ortoimágenes y modelos, de acuerdo con estándares profesionales que exigieron declarar exactitudes horizontales y verticales, tamaños de muestra y criterios de aceptación para productos geoespaciales digitales (ASPRS, 2014).

En el plano de la seguridad operacional, la planificación operativa incluyó asignación de roles (piloto al mando, observadores, responsable de misión), evaluación de peligros, listas de verificación previas al vuelo y contingencias, conforme a manuales institucionales que normaron el entrenamiento, el despacho y el control en tiempo real de la operación (NOAA, 2017). De igual modo, se exigieron procedimientos de misión y controles del espacio aéreo antes de cada salida, considerando lineamientos de operación pública con UAS que prescribieron evaluación del sitio, coordinación con autoridades competentes y cumplimiento de limitaciones técnicas del sistema (ODOT, 2024).

Finalmente, la planificación operativa se vinculó con la gestión de calidad y de entregables al definir especificaciones de producto —formatos, metadatos, exactitud posicional y pruebas de aceptación—, lo que permitió trazar una cadena de evidencias desde la captura hasta el producto final con base en normas de la familia ISO 19100 (ISO, 2018). En consecuencia, los planes de misión anticiparon criterios para ortoimágenes y mosaicos consistentes con contenidos y verificaciones estandarizadas, asegurando interoperabilidad y auditabilidad de los resultados cartográficos generados (FGDC, 1999).

Dimensión 2. Captura de datos

La captura de datos se entendió como el conjunto de acciones que posibilitaron adquirir imágenes aéreas superpuestas con una geometría, resolución y cobertura planificadas para reconstruir el terreno con fidelidad métrica mediante fotogrametría y visión por computador (Nex & Remondino, 2014). En este estudio, la captura incluyó la preparación del sensor, la verificación del solape longitudinal y transversal, la definición del GSD según altura y óptica, el control de iluminación y viento, y la ejecución de líneas de vuelo que garantizaron redundancia suficiente para la triangulación y la ortorrectificación, de modo que las imágenes resultaron aptas para ortoimágenes y modelos digitales bajo especificaciones oficiales de ortofoto (USGS, 2014).

Desde el punto de vista técnico, la captura de datos abarcó decisiones sobre parámetros de exposición, velocidad de obturación para evitar desenfoque por movimiento, apertura e ISO para conservar radiometría útil, configuración de enfoque e intervalómetro, y elección de formato de archivo para preservar información tonal y geométrica (ASPRS, 2014). También involucró la mitigación de efectos de obturador rodante, la estabilización y velocidad de crucero para mantener el solape previsto, el trazado de pasadas paralelas con virajes adecuados y la consignación de metadatos de misión, de forma que las escenas adquiridas cumplieron contenidos, estructura y verificaciones esperadas para ortoimagería digital conforme a estándares públicos (FGDC, 2008).

Un componente central de la captura fue el amarre geodésico mediante GNSS embarcado y puntos de control en tierra, cuya cantidad, distribución y calidad condicionaron la exactitud planimétrica y altimétrica alcanzable en DSM, ortoimágenes y nubes de puntos (Agüera-Vega et al., 2017). En la práctica, se complementó la red de control con puntos de chequeo independientes y, cuando estuvo disponible, con soluciones RTK/PPK, mientras que

en escenarios de corredor o áreas extensas se optimizó la localización periférica de GCP y CP para reducir errores sistemáticos, manteniendo consistencia y repetibilidad demostradas en evaluaciones empíricas recientes (Ferrer-González et al., 2020).

La garantía de calidad durante la captura incluyó chequeos en tiempo real y postvuelo sobre nitidez, histograma, ausencia de trepidación, continuidad de solapes, cobertura de áreas críticas y conformidad de metadatos, estableciendo umbrales previos de aceptación y planes de contingencia ante fallas (USGS, 2014). Con base en especificaciones y manuales operativos de organismos públicos, se consolidó un ciclo de control que documentó resultados, incidencias y medidas correctivas, asegurando que la materia prima fotográfica reuniera las condiciones mínimas para pasar a procesamiento y evaluación de precisión en entornos académicos y operacionales (NOAA, 2017).

Dimensión 3. Procesamiento de información

El procesamiento de información se entendió como la transformación de imágenes aéreas superpuestas en productos geospaciales métricos mediante una cadena que integró estimación de pose, calibración, reconstrucción y georreferenciación, sustentada en flujos fotogramétricos y de visión por computador consolidados en la literatura (Nex & Remondino, 2014). En esta investigación, el procesamiento abarcó la orientación automática de imágenes con Structure-from-Motion y el refinamiento global por ajuste del haz, seguido de la densificación por multi-vista estereoscópica para generar nubes de puntos, modelos digitales y ortoimágenes aptas para análisis topográfico y decisiones de instrucción (Schönberger & Frahm, 2016).

Técnicamente, el procesamiento inició con la detección y el emparejamiento robusto de características para construir una red de imágenes, continuó con la auto-calibración de parámetros internos y la orientación relativa/absoluta, y prosiguió con la generación densa y filtrada de superficies, pasos que demostraron ser reproducibles y de alta fidelidad en aplicaciones geocientíficas (Westoby et al., 2012). La evaluación empírica mostró que la calidad de los modelos dependió de la distribución de puntos de control, la geometría de toma y el control de errores sistemáticos, por lo que se documentaron precisiones y se reportaron incertidumbres locales como parte del propio flujo de procesamiento (James & Robson, 2012).

Para convertir los resultados en cartografía utilizable, el procesamiento incluyó la ortorrectificación y el mosaico con control posicional independiente, asegurando consistencia

radiométrica y geométrica conforme a especificaciones públicas de ortoimágenes que definieron formatos, metadatos y pruebas de aceptación (USGS, 2014). A su vez, la declaración de exactitud horizontal y vertical de los productos derivados siguió estándares profesionales con clases y umbrales de error basados en RMSE y puntos de verificación, lo que permitió certificar la idoneidad de ortoimágenes y modelos digitales para fines académicos y operativos (ASPRS, 2014).

Finalmente, el procesamiento se reportó bajo lineamientos internacionales de calidad de datos geográficos que establecieron componentes, medidas y procedimientos de evaluación, de modo que la trazabilidad quedó registrada en metadatos y en informes de conformidad reproducibles (ISO, 2023). En complemento, la versión vigente de los estándares de exactitud posicional proporcionó criterios actualizados para muestreo, cálculo y comunicación de errores, garantizando interoperabilidad y comparabilidad de los productos fotogramétricos generados en el contexto formativo (ASPRS, 2023).

2.2.2. Variable 2: Instrucción en topografía

Definición

La instrucción en topografía se entendió como un proceso sistemático de enseñanza–aprendizaje que desarrolló en los cadetes un cuerpo de competencias para medir, analizar y representar el territorio mediante fundamentos geométricos, geodésicos y cartográficos, integrando currículo, métodos de enseñanza efectivos y formación continua (FIG, 2023). Esta instrucción vinculó resultados de aprendizaje con la práctica profesional mediante trabajo de campo, resolución de problemas y diálogo permanente entre academia y sector empleador para asegurar pertinencia y actualización del perfil del topógrafo en contextos operativos demandantes (Enemark, 2004).

Desde la perspectiva didáctica, la instrucción en topografía se apoyó en “aprender haciendo” y modalidades combinadas que articularon clases, laboratorios y proyectos de campo, favoreciendo la adquisición de destrezas instrumentales con estación total, GNSS y nivelación, junto con el procesamiento de datos y la comunicación técnica de resultados (FIG, 2023). En el plano nacional, esta lógica se alineó con perfiles y competencias declarados para la carrera de Topografía y Geodesia del organismo público de formación para la construcción, que explicitó funciones de organización, control y ejecución de trabajos topográficos y geodésicos como resultados formativos verificables (SENCICO, 2024).

Asimismo, la instrucción se estructuró contra estándares de competencia y reconocimiento de programas, adoptando lineamientos internacionales que definieron contenidos mínimos, resultados de aprendizaje y procedimientos de evaluación para asegurar que el egresado dominara levantamientos, control de calidad y gestión de datos espaciales (IHO, 2023). Estos marcos incluyeron la supervisión del International Board on Standards of Competence (FIG/IHO/ICA), cuya base de programas reconocidos mostró cómo las mallas curriculares acreditadas integraron teoría, práctica y evaluación documentada de desempeño (FIG/IHO/ICA, 2024).

Finalmente, la instrucción en topografía se apoyó en normas geodésicas oficiales para garantizar la trazabilidad y exactitud de los productos generados en prácticas académicas, incorporando procedimientos de posicionamiento GNSS, diseño de redes de control y documentación técnica exigidos por la autoridad cartográfica nacional (IGN, 2025). Al operar bajo estas especificaciones, los ejercicios formativos consolidaron la coherencia con el marco público vigente, favoreciendo que las competencias adquiridas por los cadetes fueran transferibles a proyectos reales con criterios verificables de calidad (FIG, 2023).

Teorías

La primera teoría se sostuvo en el aprendizaje experiencial, según la cual los cadetes construyeron conocimiento al ciclar entre experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa, por lo que las salidas a campo, el uso de instrumentación y la resolución de problemas guiados resultaron fundamentales para aprender topografía (Kolb & Kolb, 2005). En la instrucción formal, este enfoque se articuló con el alineamiento constructivo, que vinculó resultados de aprendizaje, actividades de enseñanza y evaluación de desempeño, de modo que lo que se pidió demostrar en campo y gabinete coincidió con lo practicado y con lo evaluado en productos topográficos verificables (Biggs, 1996).

La segunda teoría se apoyó en la cognición situada, que planteó que el aprendizaje ocurrió inmerso en contextos reales de práctica; por ello, los entornos de levantamiento, los protocolos de seguridad y la cultura profesional de la topografía modelaron cómo los cadetes comprendieron, aplicaron y retuvieron procedimientos de medición y control (Brown et al., 1989). Este enfoque se complementó con lineamientos de la comunidad profesional de la agrimensura que priorizaron currículos conectados con la práctica, trabajo de campo auténtico

y evaluación del desempeño, lo que volvió pertinente el aprendizaje como “participación” en tareas profesionales progresivamente más complejas (Enemark, 2009).

La tercera teoría integró la educación basada en competencias con la práctica deliberada; así, la instrucción se centró en resultados observables (por ejemplo, planificar el levantamiento, ejecutar mediciones con GNSS/estación total y producir entregables con criterios de exactitud), en ciclos de retroalimentación y en oportunidades repetidas de mejora focalizada (ABET, 2025). Bajo esta lógica, el desempeño experto se alcanzó acumulando práctica estructurada con metas específicas, supervisión, corrección de errores y atención sostenida, lo que explicó ganancias de precisión y fluidez en tareas topográficas críticas cuando el entrenamiento se diseñó y monitoreó sistemáticamente (Ericsson et al., 1993).

Dimensiones de la variable instrucción en topografía: Levantamiento de campo, Procesamiento de datos y Aplicación práctica.

Dimensión 1. Levantamiento de campo

El levantamiento de campo se entendió como el conjunto organizado de observaciones y mediciones in situ que determinó posiciones, formas y atributos del terreno mediante instrumentación topográfica y geodésica, de manera que los rasgos del espacio se representaron con fidelidad métrica y trazabilidad documental (FIG, 2004). Esta práctica se rigió por marcos geodésicos y normas técnicas que aseguraron consistencia con redes de referencia y criterios de control de calidad aplicables a productos cartográficos utilizables en docencia y operación (IGN, 2024).

Operativamente, el levantamiento de campo abarcó el reconocimiento del área, la selección de equipos, la instalación de bases y la ejecución de mediciones de distancias, ángulos y coordenadas con estación total, niveles y GNSS, además del registro sistemático en cuadernos o formularios digitales que documentaron procedimientos, incidencias y metadatos (SENCICO, 2024). La generación de información lista para mapeo exigió también adherencia a estándares públicos de contenido y representación que permitieron integrar y compartir resultados con reglas claras de simbología, estructura y metadatos (FGDC, 2006).

En términos de control y exactitud, el levantamiento de campo se apoyó en la materialización y observación de puntos de control geodésico y topográfico —medidos, por ejemplo, con posicionamiento estático relativo— para anclar todas las lecturas a marcos de

referencia oficiales y obtener precisiones verificables en planta y altura (IGN, 2025). La evidencia empírica mostró que la cantidad y distribución de puntos de control influyó de manera significativa en la calidad de los modelos y ortoimágenes derivados, por lo que se planificó su ubicación periférica y homogénea a fin de minimizar errores sistemáticos y reducir el RMSE reportado (Agüera-Vega et al., 2017).

Cuando el levantamiento de campo integró fotogrametría, las fases de señalización, vuelos y verificación en sitio se coordinaron con la medición independiente de puntos de apoyo y chequeo, lo que facilitó productos densos y de alta resolución listos para restitución y análisis (Ferrer-González et al., 2020). La corrección de sesgos como el “doming” dependió de decisiones de captura y de la geometría de la red de imágenes, pero también de protocolos de control en terreno y gabinete que fueron validados en la literatura para asegurar resultados reproducibles y auditables (James & Robson, 2014).

Dimensión 2. Procesamiento de datos

El procesamiento de datos se entendió como la cadena que transformó observaciones brutas de campo e imágenes aéreas en conjuntos geoespaciales coherentes, mediante depuración, georreferenciación, normalización de metadatos y verificación de calidad para producir ortoimágenes, modelos digitales y cartografía conforme a especificaciones públicas (USGS, 2014). En este estudio, dicho procesamiento articuló criterios de exactitud posicional, documentación de procedimientos y comprobaciones independientes con puntos de control y chequeo, de modo que los productos finales mantuvieron trazabilidad y cumplieron clases de precisión aceptadas para su uso académico y operativo (ASPRS, 2014).

Desde el componente geométrico–estadístico, el procesamiento incluyó el ajuste por mínimos cuadrados de redes y observaciones para estimar parámetros, depurar atípicos y propagar incertidumbres, empleando formulaciones clásicas y variantes robustas como el total least squares cuando existieron errores en variables (Marjetič, 2024). Estas rutinas se complementaron con modelos estocásticos, estimación de componentes de varianza y especificación de pesos, siguiendo memorandos técnicos que estandarizaron la aplicación del ajuste y la evaluación de fiabilidad en geodesia y topografía, asegurando soluciones consistentes y auditables en planta y altura (NOAA, 2018).

En flujos fotogramétricos, el procesamiento comprendió la orientación automática con Structure-from-Motion, la triangulación y el refinamiento global mediante bundle adjustment,

seguidos de densificación multi-vista para generar nubes de puntos y superficies, pasos que mostraron reproducibilidad y alta fidelidad en aplicaciones geocientíficas (Schönberger & Frahm, 2016). La calidad alcanzada dependió de la distribución de puntos de control, la geometría de toma y el control de errores sistemáticos, por lo que se documentaron precisiones y se comunicaron incertidumbres locales como parte del reporte técnico de los modelos y ortoimágenes derivados (Westoby et al., 2012).

Para convertir resultados en entregables utilizables, el procesamiento incluyó ortorrectificación, mosaico y control posicional independiente con umbrales de aceptación y formatos estandarizados, en concordancia con manuales y especificaciones de ortoimágenes de uso público (USGS, 2014). A su vez, la declaración de exactitud horizontal y vertical siguió estándares profesionales vigentes que definieron clases, muestreos y métricas basadas en RMSE, consolidando interoperabilidad y comparabilidad de productos geoespaciales en contextos formativos y operativos (ASPRS, 2023).

Dimensión 3. Aplicación práctica

La aplicación práctica se entendió como el uso efectivo de insumos fotogramétricos y topográficos en decisiones reales de campo y gabinete —replanteo, cubicaciones, control de avance, inspección y verificación— sustentado en especificaciones públicas que definieron productos, metadatos y umbrales de aceptación para ortoimágenes y derivados (USGS, 2014). En consecuencia, la actuación profesional se operacionalizó cuando los entregables cumplieron clases de exactitud posicional, muestreo y reporte conforme a estándares reconocidos por la comunidad geoespacial, garantizando que los resultados fuesen comparables, auditables y transferibles a contratos y procedimientos técnicos (ASPRS, 2014).

En escenarios de obra, la aplicación práctica se materializó en tareas de replanteo y control dimensional con tolerancias explícitas y procedimientos de verificación, de modo que estacas, líneas y cotas se establecieron y comprobaron respecto de planos y ejes de proyecto con criterios operativos reproducibles (Caltrans, 2019). Esta lógica se reforzó con guías para supervisión de construcción que estandarizaron flujos de trabajo del topógrafo de campo —planeamiento, stakeout, controles, registro y cierre— a fin de asegurar consistencia entre mediciones, modelos 3D y aceptación de partidas, articulando responsabilidades del equipo técnico y de la inspección (BC Ministry of Transportation and Infrastructure, 2024).

En obras lineales y movimientos de tierra, la aplicación práctica integró fotogrametría con UAV para monitorear cambios, volúmenes y seguridad, mostrando capacidad de mapeo rápido con densidades altas de puntos y coberturas amplias cuando se planificaron solapes, control y validaciones independientes (Siebert & Teizer, 2014). En contextos de gestión de construcción, campañas seriadas de levantamiento permitieron detectar variaciones geométricas y evaluar el cumplimiento contra estándares públicos, demostrando viabilidad operativa de series temporales fotogramétricas en control de obra e inspección técnica (Lee, 2020).

En infraestructura crítica y estructuras especiales, la aplicación práctica se extendió al monitoreo de deformaciones con técnicas geodésicas y fotogramétricas, exigiendo diseños de redes, redundancias y análisis de estabilidad para declarar desplazamientos con incertidumbre conocida en planta y altura (USACE, 2018). Estos procedimientos se apoyaron en bases teóricas y metodológicas de control geodésico que describieron métodos, procesamiento y análisis para seguimiento de deformaciones, proporcionando lineamientos replicables para la ingeniería y la formación avanzada (Bagherbandi, 2024).

2.3. Marco conceptual

Ajuste del haz (bundle adjustment): Optimización global no lineal que estimó simultáneamente parámetros de cámara y estructura 3D minimizando residuos re proyectados, núcleo de la precisión en flujos SfM-MVS. (Schönberger & Frahm, 2016).

Ajuste por mínimos cuadrados: Procedimiento estadístico que estima coordenadas y parámetros corrigiendo observaciones con pesos y detectando atípicos, base del cierre y la consistencia de redes topográficas. (NOAA NGS, 2025).

Azimuth: Dirección de una línea medida desde un meridiano de referencia en sentido horario, fundamental para calcular rumbos, orientar poligonales y derivar proyecciones de lados en el plano. (IHO, 2010).

Cálculo de coordenadas: Transformación de observaciones de distancias y ángulos en valores X–Y (y Z cuando aplica), incorporando correcciones, proyección y compensaciones para garantizar consistencia geométrica. (IHO, 2010).

Calibración de cámara: Estimación de parámetros internos (distancia focal, punto principal, distorsiones) necesaria para cumplir las ecuaciones de colinealidad y minimizar sesgos sistemáticos en la reconstrucción fotogramétrica. (Colomina & Molina, 2014).

Control de deformaciones: Conjunto de levantamientos repetidos y análisis geodésicos para detectar desplazamientos en estructuras, con diseños de redes, redundancias y criterios de exactitud específicos. (USACE, 2018).

Coordenadas planas (UTM): Expresión de la posición en un sistema de proyección conforme que permite cálculos en coordenadas rectangulares para levantamientos topográficos y ajustes planimétricos de precisión. (IHO, 2010).

Diseño de vuelo: Planificación de la geometría de adquisición (altitud, trayectorias, solapes y GSD) para asegurar redundancia, cobertura y calidad métrica de los productos; define parámetros de misión, restricciones del entorno y requerimientos de precisión de salida. (Nex & Remondino, 2014).

Error de cierre: Discrepancia residual que aparece al completar una poligonal o un circuito de nivelación; se evalúa y compensa antes del ajuste final para garantizar la calidad posicional. (NOAA NGS, 2017).

Estación total: Instrumento electro-óptico que integra teodolito y distanciómetro para medir ángulos y distancias, registrar datos y apoyar el cálculo de coordenadas en poligonales, replanteos y controles de obra con procedimientos de precisión definidos. (NOAA NGS, 2010).

Evaluación de precisión: Proceso formal de verificación que describió elementos de calidad, medidas y procedimientos de reporte para productos geográficos, asegurando comunicación clara de la idoneidad de uso. (ISO, 2013).

Exactitud posicional (RMSE): Medida estadística utilizada para reportar la discrepancia entre coordenadas derivadas y de referencia en ejes horizontal y vertical; base de las clases de exactitud para datos geoespaciales digitales. (ASPRS, 2014).

GNSS (base y rover): Técnica de posicionamiento que emplea constelaciones satelitales; utiliza una estación base en punto conocido y un receptor rover para calcular coordenadas con estándares y especificaciones para control geodésico. (NOAA NGS, 2024).

GNSS RTK/PPK: Métodos de posicionamiento cinemático en tiempo real o posproceso que mejoraron la georreferenciación directa y redujeron dependencia de numerosos GCP, manteniendo verificaciones con puntos de chequeo. (Ferrer-González et al., 2020).

GSD (tamaño de píxel en terreno): Resolución espacial del proyecto definida por la relación óptica–altura de vuelo; condiciona el detalle visible, las tolerancias de exactitud esperadas y el dimensionamiento de productos ortoimaginale. (USGS, 2014).

Interpretación de resultados: Análisis técnico de cierres, residuales y ajustes para emitir conclusiones sobre la calidad y la aptitud de uso de productos topográficos en diseño, control y supervisión. (FGDC, 2002).

Levantamiento topográfico: Conjunto sistemático de observaciones y mediciones en terreno para determinar posiciones, formas y atributos del espacio, con precisión y trazabilidad suficientes para representar el área en escalas y proyecciones definidas para uso técnico y cartográfico. (IGN, 2024).

Metadatos de misión: Conjunto estandarizado que documentó contenido, calidad, procedencia y restricciones de uso de los datos, facilitando interoperabilidad y trazabilidad en repositorios y proyectos. (FGDC, 1998).

Metadatos geospaciales: Descripción estandarizada del contenido, calidad, procedencia y restricciones de uso de los datos topográficos, necesaria para interoperabilidad, búsqueda y auditoría. (FGDC, 2024).

Modelo digital de superficie (MDS/DSM): Representación altimétrica que describió cotas de la “piel” visible (suelo y objetos); insumo para ortorrectificación, análisis volumétrico y control de obra. (Nex & Remondino, 2014).

Modelo digital de terreno (MDT/DTM): Superficie altimétrica del terreno desnudo tras filtrar vegetación y estructuras; base para perfiles, drenajes y cubicaciones con criterios de exactitud documentados. (Nex & Remondino, 2014).

Monitoreo de estructuras: Vigilancia geométrica periódica de obras para verificar estabilidad y desempeño, aplicando especificaciones técnicas y procedimientos para encuadre, medición y análisis. (ASDSO, 2024).

Mosaico ortorrectificado: Unión radiométrica y geométrica de ortoimágenes con continuidad espacial y metadatos estandarizados; producto cartográfico final para análisis y toma de decisiones. (USGS, 2014).

Nivelación diferencial: Método para obtener diferencias de altura entre puntos mediante lecturas sucesivas y controles de cierre, con equipos y tolerancias que aseguran precisiones compatibles con diseño y verificación de obras. (USGS, 2010).

Obturador rodante: Modo de captura que registra filas secuencialmente y puede inducir distorsiones temporales en escenas dinámicas o vuelos rápidos, afectando exactitud si no se mitiga con diseño y parámetros adecuados. (Arévalo-Verjel et al., 2025).

Orientación externa: Determinación de posición y actitud de cada toma en un marco geodésico mediante GNSS/IMU y ajuste fotogramétrico, habilitando la reconstrucción 3D coherente del bloque. (Schönberger & Frahm, 2016).

Orientación interna: Modelo geométrico que relacionó coordenadas de imagen con el sistema de la cámara incorporando los parámetros de calibración; fundamento para la proyección central y el emparejamiento métrico. (Colomina & Molina, 2014).

Ortoimagen (ortofoto): Imagen corregida geoméricamente a proyección cartográfica con escala uniforme, libre de desplazamientos por relieve y apta para medición planimétrica conforme a especificaciones oficiales. (USGS, 2014).

Plano topográfico: Representación cartográfica resultante del levantamiento, con simbología, precisión y estructura definidas, que muestra planimetría y altimetría en escala adecuada al propósito. (IGN, 2024).

Poligonal cerrada: Secuencia de estaciones y lados que inicia y termina en el mismo punto o en control conocido, permitiendo evaluar cierre angular/lineal y aplicar compensaciones conforme a normas de control. (NOAA NGS, 2017).

Puntos de chequeo: Conjunto independiente de puntos precisos no usados en el ajuste, empleados para verificar la exactitud horizontal y vertical mediante estadísticas como el RMSE y el intervalo NSSDA al 95%. (USGS, 2014).

Puntos de control terrestre (GCP): Señales medidas con GNSS u otros métodos de alta precisión que fijan la georreferenciación absoluta y estabilizan la solución del ajuste del haz; su cantidad y distribución afectan directamente el RMSE final. (Ferrer-González et al., 2020).

Registro de ángulos: Observación y almacenamiento de lecturas horizontales/verticales con procedimientos para instrumentación, centrado y repetición, base para orientar líneas y resolver poligonales. (NOAA NGS, 2010).

Replanteo (staking): Traslado al terreno de puntos, alineaciones y cotas de proyecto para construcción, estableciendo estacas y controles con tolerancias y procedimientos estandarizados en obra. (Caltrans, 2024).

Solape longitudinal: Porcentaje de traslape entre imágenes consecutivas en la dirección de vuelo que garantiza correspondencias suficientes para la aerotriangulación y la ortorrectificación, reduciendo huecos y errores sistemáticos en zonas de mayor variación topográfica. (USGS, 2014).

Solape transversal: Porcentaje de traslape entre franjas adyacentes que asegura geometría robusta del bloque fotogramétrico, mejora la restitución en bordes y sostiene la consistencia radiométrica y geométrica del mosaico ortorrectificado. (USGS, 2014).

Structure-from-Motion (SfM): Técnica que recuperó estructura y movimiento de cámara a partir de múltiples imágenes superpuestas, permitiendo generar modelos densos y de alta fidelidad a bajo costo operativo. (Westoby et al., 2012).

Tolerancias de construcción: Límites aceptables de desviación para ejes, niveles y dimensiones durante la ejecución; guían la aceptación de partidas y la calidad geométrica del producto construido. (Caltrans, 2024).

2.4. Operacionalización de las variables

Tabla 1.

Operacionalización de las variables

| VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ÍTEMS | ESCALA DE MEDICIÓN |
|---|---|---|------------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|
| Variable 1 Empleo de la fotogrametría aérea | El empleo de la fotogrametría aérea comprende la introducción, planificación y uso de técnicas de captura de imágenes aéreas mediante drones o equipos especializados, con el propósito de generar información cartográfica precisa, optimizando los procesos de levantamiento y análisis espacial en actividades topográficas (Arévalo-Verjel et al., 2025). | El empleo de la fotogrametría aérea será medida a través de las percepciones de los cadetes sobre su necesidad, considerando dimensiones como planificación operativa, captura de datos y procesamiento de información, mediante un cuestionario de escala de Likert con diversas preguntas cerradas. | Planificación operativa | • Diseño de vuelo | 1, 2 | Siempre (5) |
| | | | | • Selección de equipo | 3, 4 | |
| | | | • Definición de escala | 5, 6 | Casi siempre (4) | |
| • Determinación de cobertura | 7, 8 | | | | | |
| | | | Captura de datos | • Configuración de cámara | 9, 10 | A veces (3) |
| | | | | • Control de superposición | 11, 12 | |
| | | | • Establecimiento de puntos | 13, 14 | Casi nunca (2) | |
| • Verificación de calidad | 15, 16 | | | | | |
| | | | Procesamiento de información | • Generación de ortofoto | 17, 18 | Nunca (1) |
| | | | | • Creación de modelo | 19, 20 | |
| | | | | • Aplicación de software | 21, 22 | |
| | | | | • Evaluación de precisión | 23, 24 | Siempre (5) |
| | | | | • Medición de distancias | 25, 26 | |
| | | | | • Registro de ángulos | 27, 28 | |
| Variable 2 Instrucción en topografía | La instrucción en topografía comprende la aplicación de técnicas, instrumentos y procedimientos para la medición, levantamiento, procesamiento e interpretación de datos del terreno, necesarios para la representación precisa de superficies, orientadas al diseño, control y supervisión de obras de ingeniería o artillería (SENCICO, 2024). | La instrucción en topografía será evaluada mediante las respuestas de los cadetes sobre actividades como levantamiento de campo, procesamiento de datos y aplicación práctica, utilizando un cuestionario estructurado de escala de Likert compuesto por preguntas cerradas dirigidas a valorar su experiencia y desempeño. | Levantamiento de campo | • Ubicación de puntos | 29, 30 | Casi siempre (4) |
| | | | | • Observación de detalles | 31, 32 | |
| | | | Procesamiento de datos | • Cálculo de coordenadas | 33, 34 | A veces (3) |
| • Corrección de errores | 35, 36 | | | | | |
| | • Generación de planos | 37, 38 | Casi nunca (2) | | | |
| | • Interpretación de resultados | 39, 40 | | | | |
| Aplicación práctica | • Replanteo de obras | 41, 42 | Nunca (1) | | | |
| | • Control de deformaciones | 43, 44 | | | | |
| | • Monitoreo de estructuras | 45, 46 | | | | |
| | • Supervisión de proyectos | 47, 48 | | | | |

2.5. Formulación de hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

HG: Existe relación directa y significativa entre el empleo de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía 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 planificación operativa de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

HE2: Existe relación directa y significativa entre la captura de datos de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

HE3: Existe relación directa y significativa entre el procesamiento de información de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía 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 buscó medir y analizar las variables de forma numérica, utilizando datos objetivos para examinar la relación entre el empleo de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía en la formación militar. Según Ñaupas et al. (2018), en estudios cuantitativos como el nuestro, es fundamental emplear técnicas de recolección de datos estructurados, como encuestas o cuestionarios, con el fin de obtener resultados que puedan ser analizados de manera estadística y replicable. En este sentido, se diseñó un cuestionario con preguntas cerradas en escala Likert, lo que permitió cuantificar las respuestas de los participantes y facilitó la comparación de datos. La metodología cuantitativa permitió establecer una relación clara entre las variables de estudio, proporcionando evidencia empírica que respalda las conclusiones de la investigación (Ñaupas et al., 2018, p. 140).

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación de este estudio fue básico o investigación pura, ya que se centró en el análisis y la comprensión de fenómenos específicos sin buscar una aplicación inmediata de los resultados. Según Ñaupas et al. (2018), la investigación básica tiene como objetivo principal generar conocimiento teórico que pueda ser utilizado para ampliar el entendimiento de una disciplina, sin que su finalidad sea necesariamente resolver un problema práctico en el corto plazo. En este caso, la investigación buscó profundizar en el uso de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía en la formación de oficiales, sin la intención de aplicar directamente los resultados en un contexto concreto. Este enfoque permitió explorar la relación entre las variables de forma académica y teórica, contribuyendo al cuerpo de conocimiento existente sobre el tema (Ñaupas et al., 2018, p. 115).

3.3. Método de investigación

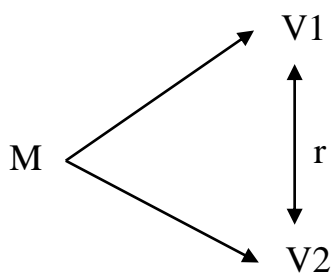
El método utilizado en esta investigación fue el hipotético-deductivo propuesto por Karl Popper, que se caracteriza por formular hipótesis que luego se ponen a prueba mediante la deducción de consecuencias que pueden ser verificadas empíricamente. Según Marfull (2024),

este método se basa en la creación de una hipótesis que, al ser contrastada con la realidad a través de experimentos o análisis, puede ser refutada o confirmada. En este estudio, se planteó la hipótesis de que el empleo de la fotogrametría aérea mejora la instrucción en topografía en la formación militar, y se procedió a la recolección de datos para evaluar su validez. A través de la deducción, se establecieron predicciones claras que fueron evaluadas mediante el análisis cuantitativo de los datos obtenidos. Este enfoque permitió generar resultados objetivos, manteniendo la rigurosidad científica en la verificación de la hipótesis (Marfull, 2024).

3.4. Alcance de investigación (nivel)

El alcance o nivel de la investigación fue descriptivo-correlacional, ya que se buscó identificar y describir las características de las variables involucradas, así como establecer la relación entre ellas. Según Hernández y Mendoza (2018), en una investigación descriptiva, el objetivo principal es observar, registrar y caracterizar los fenómenos tal como ocurren en su contexto natural, sin manipular ninguna de las variables. En este caso, se describieron la instrucción en topografía y el empleo de la fotogrametría aérea en la formación militar (p. 108). Por otro lado, el componente correlacional permitió analizar la relación entre las variables, para determinar si existe una asociación significativa entre la aplicación de la fotogrametría aérea y la mejora en la instrucción en topografía, lo que, como indican los autores, permite comprender cómo una variable influye o se relaciona con otra (p. 109).

Figura 1.
Esquema de correlación



Donde:

M = Muestra

V1 = Variable 1: Empleo de la fotogrametría aérea

V2 = Variable 2: Instrucción en topografía

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, sino que se observó y analizó la relación entre ellas en su estado natural. Según Hernández y Mendoza (2018), en el diseño no experimental, el investigador no interviene ni controla las variables, sino que se limita a observar las situaciones tal como ocurren en su contexto (p. 174). En cuanto a la naturaleza transversal del estudio, esto implicó que la recolección de datos se realizó en un solo punto en el tiempo, sin un seguimiento a lo largo del tiempo. Tal como señalan los autores, en un diseño transversal, se recogen datos en un único momento para obtener una visión instantánea de las variables y su relación (p. 176). Este enfoque permitió explorar la relación entre la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía en la formación de oficiales sin manipular las condiciones del entorno.

3.6. Población, muestra, unidad de estudio

3.6.1. Población de estudio

Esta investigación, la población estuvo constituida por los 87 cadetes de artillería, quienes representan a los individuos en formación dentro de la Escuela Militar de Chorrillos. Según Hernández y Mendoza (2018), la población se define como el conjunto total de elementos o individuos que comparten una característica común y sobre los cuales se desea obtener información en un estudio. Los cadetes de artillería son aquellos estudiantes que se preparan específicamente en el área de defensa y armamento, y que, por su formación académica, presentan características comunes relacionadas con la educación militar, el entrenamiento en tácticas de combate y el uso de tecnologías específicas en el campo. Según Hernández y Mendoza (2018), el estudio de la población permite obtener una visión precisa de las características y comportamientos de los sujetos que forman parte del grupo de interés, proporcionando datos que luego se generalizan o se analizan para la toma de decisiones (p. 174).

3.6.2. Muestra de estudio

La muestra del estudio estuvo compuesta por 71 cadetes de artillería, un grupo seleccionado de la población de cadetes en formación en la Escuela Militar de Chorrillos.

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

| | | |
|-----|------|--------------------------|
| 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 cual cada elemento de la población tiene una probabilidad conocida y no nula de ser seleccionado para formar parte de la muestra (p. 196). En este caso, se utilizó un muestreo aleatorio, un método dentro del muestreo probabilístico simple donde los individuos se seleccionan de manera completamente al azar, sin sesgo ni influencia externa, asegurando que cada cadete tuviera la misma oportunidad de ser elegido (p. 161). Este enfoque permitió obtener una muestra representativa de la población de cadetes de artillería, lo que aumentó la validez y la generalización de los resultados obtenidos en el estudio.

3.6.3. Unidad de estudio

La unidad de estudio fue cada uno de los cadetes de artillería que participaron en la investigación, quienes constituían el objeto de análisis en este estudio. Según Hernández y Mendoza (2018), la unidad de estudio se refiere al elemento o sujeto específico sobre el cual se recolecta la información en una investigación, y este puede ser un individuo, grupo, organización o fenómeno que se desea estudiar en profundidad (p. 198). En este caso, la unidad de estudio fueron los cadetes que cursan su formación en la especialidad de artillería en la Escuela Militar de Chorrillos, quienes fueron seleccionados para analizar su percepción sobre el empleo de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía en su formación.

Cada cadete fue considerado una unidad independiente de análisis, ya que sus respuestas y experiencias fueron esenciales para comprender la relación entre el uso de nuevas tecnologías y las prácticas tradicionales de topografía en su entrenamiento. Al centrarse en cada cadete como unidad de estudio, el proceso permitió captar de manera individual las percepciones y actitudes hacia las tecnologías modernas y su impacto en la calidad de la formación militar, garantizando que los resultados fueran representativos de la población de cadetes de artillería. Así, la unidad de estudio en este caso es fundamental para la validez de los resultados obtenidos, ya que permite que el análisis se realice de manera precisa y detallada.

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, una de las herramientas más comunes y eficaces en estudios cuantitativos, ya que permite obtener información de manera directa y estructurada de los participantes. Según Machuca (2022), la encuesta es una técnica de recolección que se basa en la aplicación de un conjunto de preguntas estandarizadas a una muestra seleccionada de individuos, con el fin de obtener datos cuantificables sobre las opiniones, actitudes o características de un grupo específico. En este estudio, se diseñó un cuestionario con preguntas en escala Likert, lo que permitió medir de manera precisa las percepciones de los cadetes de artillería respecto a el empleo de la fotogrametría aérea en sus instrucción en topografía.

La encuesta facilitó la recopilación de datos de manera eficiente y sistemática, garantizando que todos los participantes respondieran a las mismas preguntas en las mismas condiciones, lo que aseguró la fiabilidad y comparabilidad de los resultados. Además, esta técnica es particularmente útil en investigaciones como la presente, donde se busca obtener una visión general de un grupo amplio y hacer inferencias sobre la población a partir de los datos obtenidos de una muestra representativa. La aplicación de la encuesta permitió obtener información valiosa que fue posteriormente analizada y utilizada para determinar la relación entre las variables del estudio.

3.7.2. Instrumento de recolección de datos

El instrumento de recolección de datos utilizado en esta investigación fue un cuestionario, compuesto por preguntas cerradas y respuestas estructuradas en escala de Likert.

Este tipo de instrumento es ampliamente utilizado en estudios cuantitativos debido a su capacidad para obtener información precisa y fácilmente cuantificable. Según Hernández y Mendoza (2018), el cuestionario con preguntas cerradas permite a los investigadores obtener respuestas estandarizadas que facilitan el posterior análisis estadístico, ya que las opciones de respuesta son limitadas y predefinidas (p. 251).

En este caso, el cuestionario fue diseñado para evaluar las percepciones de los cadetes de artillería sobre el empleo de la fotogrametría aérea en sus instrucción en topografía. Las preguntas cerradas en la escala de Likert proporcionaron opciones de respuesta que iban desde “siempre” hasta “nunca”, lo que permitió medir la frecuencia o grado de acuerdo de los participantes con respecto a afirmaciones relacionadas con el uso y la efectividad de la fotogrametría aérea. Esta estructura facilitó el análisis cuantitativo de las respuestas, permitiendo identificar patrones, tendencias y relaciones entre las variables del estudio. La elección de este tipo de instrumento se justificó por su capacidad para obtener datos específicos y estructurados de manera eficiente, asegurando que los resultados fueran comparables y analizables dentro del marco de la investigación.

Tabla 2.
Diagrama de Likert

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

Fuente: Desarrollada en 1932 por el sociólogo Rensis Likert

La utilización de un baremo se refiere a un sistema de evaluación que permite medir y clasificar diversas respuestas, actitudes o comportamientos en función de un conjunto de criterios previamente establecidos. Según Coll (2020), el baremo es una herramienta que establece una escala de puntuaciones o niveles, diseñada para comparar y evaluar de manera sistemática las respuestas obtenidas de los participantes en un estudio o evaluación. Este sistema facilita la interpretación de los datos al asignar valores cuantificables a diferentes grados de respuesta, lo que resulta útil para la clasificación y comparación de los resultados de manera objetiva.

En investigaciones de tipo cuantitativo, como la presente, el baremo se utiliza para evaluar las respuestas de los participantes en base a una escala predeterminada, lo que permite un análisis más estructurado y preciso de los datos recolectados. Coll (2020) señala que el baremo es especialmente útil cuando se desea realizar una medición estandarizada de una

variable, como en el caso de las percepciones, actitudes o conocimientos, y que permite garantizar la fiabilidad y consistencia de la evaluación, independientemente de quién la realice. Además, la utilización de un baremo es fundamental para garantizar que todos los participantes sean evaluados bajo las mismas condiciones y parámetros, lo que aumenta la validez y la comparación de los resultados obtenidos en la investigación.

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.

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

| Intervalo de Alpha de Cronbach | Valoración |
|---------------------------------------|-------------------|
| “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 α , 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.

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.

Alfa 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.
 α = Coeficiente de alfa de Cronbach

Tabla 4.

Confiabilidad estadística del instrumento para medir la variable 1

| Alfa de Cronbach | N de elementos |
|------------------|----------------|
| 0.765 | 24 |

La confiabilidad del instrumento es alta, alcanzando un valor de 0.765 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 |
|------------------|----------------|
| 0.904 | 24 |

La confiabilidad del instrumento es muy alta, alcanzando un valor de 0.904 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 un procedimiento estructurado para garantizar la organización, precisión y análisis adecuado de la información obtenida. En primer lugar, se realizó la preparación de herramientas de investigación, diseñando el cuestionario conforme a los indicadores establecidos en la investigación. Este paso fue crucial para asegurarse de que las preguntas fueran claras y relevantes para los objetivos del estudio, además de preparar el número adecuado de copias para los participantes, asegurando que todos tuvieran acceso al cuestionario (Hernández y Mendoza, 2018).

A continuación, se procedió con la solicitud de permiso, obteniendo la autorización del oficial superior responsable de los cadetes, siguiendo los protocolos establecidos por la institución. Este paso garantizó que el proceso de recolección de datos fuera formal y adecuado a las normativas internas de la Escuela Militar de Chorrillos.

La distribución de encuestas se llevó a cabo durante un tiempo de servicio programado de 20 minutos, y se prestó especial atención para aclarar cualquier duda que los participantes pudieran tener, asegurando que las respuestas fueran lo más precisas posible. Posteriormente, en el procesamiento de datos, se utilizó software especializado como Excel para organizar y depurar la información, lo que permitió una gestión eficiente de los datos obtenidos.

En la fase de análisis estadístico, se aplicaron herramientas como SPSS 27 y la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la normalidad de los datos, lo que permitió obtener resultados descriptivos fiables. Esto facilitó la identificación de patrones y la interpretación de las distribuciones de los datos.

Para evaluar las relaciones entre las variables, se realizaron pruebas estadísticas inferenciales basadas en la normalidad de las muestras, lo que permitió validar las hipótesis del estudio y evaluar la significancia de las correlaciones observadas. Finalmente, los resultados

obtenidos fueron analizados para generar conclusiones significativas que validaron las hipótesis planteadas, proporcionando así una base sólida para futuras decisiones y recomendaciones dentro del ámbito de la investigación.

3.8.2. Método de análisis de datos

El método de análisis de datos utilizado en esta investigación incluyó dos enfoques clave: el análisis descriptivo y el análisis inferencial, que permitieron una comprensión detallada de los datos recolectados. En primer lugar, se aplicó el análisis descriptivo, el cual permitió organizar y resumir la información obtenida mediante tablas y figuras que presentaron los resultados de manera clara y estructurada. Este tipo de análisis facilita la identificación de tendencias generales en los datos, como promedios, frecuencias y distribuciones, proporcionando una visión inicial de las características de las variables estudiadas. La interpretación de estas tablas y figuras ayudó a obtener una comprensión más profunda sobre cómo se distribuyen las percepciones de los cadetes respecto a la instrucción en topografía y la fotogrametría aérea, y permitió realizar comparaciones entre los distintos grupos de la muestra.

En cuanto al análisis inferencial, se utilizó la prueba de normalidad para verificar si los datos seguían una distribución normal, lo cual es un paso crucial antes de aplicar cualquier análisis estadístico avanzado. Para ello, se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, que determinó si las distribuciones de los datos se ajustaban a la distribución normal, lo que influiría en la elección de las pruebas estadísticas posteriores. A continuación, se aplicó la prueba de hipótesis utilizando el coeficiente de correlación de Spearman, que permite evaluar la relación entre las variables cuando los datos no siguen una distribución normal. Esta prueba no paramétrica ayudó a identificar y evaluar la fuerza y dirección de las correlaciones entre las variables estudiadas, proporcionando evidencia sobre si las percepciones sobre la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía están relacionadas de manera significativa.

3.9. Aspectos éticos

Los aspectos éticos en una investigación referente a la Escuela Militar de Chorrillos "Coronel Francisco Bolognesi" son fundamentales para garantizar la integridad y la transparencia del proceso. En primer lugar, es esencial obtener el consentimiento informado de los participantes, en este caso, los cadetes, para asegurarse de que comprenden el propósito de la investigación, la naturaleza de su participación y los posibles riesgos asociados. La confidencialidad también es un aspecto clave, ya que los datos personales y las respuestas de

los cadetes deben ser tratados con el mayor nivel de privacidad, evitando la divulgación no autorizada de información sensible.

Según la normativa ética en investigación, los participantes tienen derecho a la anonimización, de modo que sus identidades no sean reveladas ni puedan ser asociadas a las respuestas obtenidas en el estudio. Además, es importante que la investigación se realice dentro de los límites establecidos por los protocolos institucionales de la Escuela Militar, respetando las normas y procedimientos definidos por la institución. Finalmente, la equidad y justicia deben prevalecer en la selección de los participantes, asegurando que no haya discriminación ni favoritismos, y que todos los cadetes tengan la oportunidad de participar en el estudio sin coacciones. La adherencia a estos principios éticos es crucial para mantener la credibilidad y validez de la investigación.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Análisis descriptivo

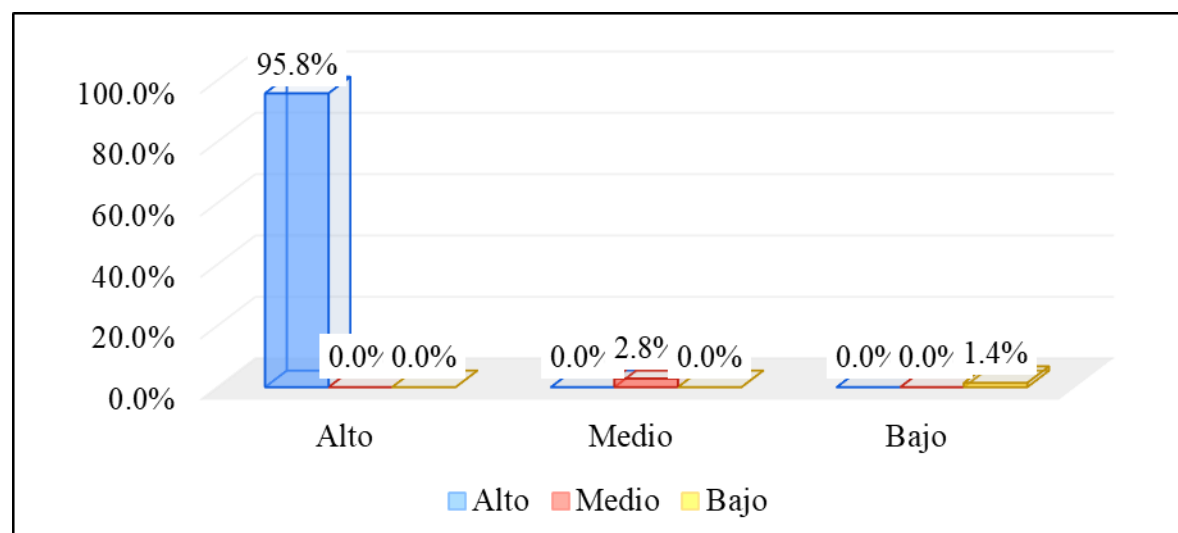
Resultados en base al Objetivo General: Empleo de la fotogrametría aérea e Instrucción en topografía

Tabla 6.
Empleo de la fotogrametría aérea e Instrucción en topografía

| | | V2: Instrucción en topografía | | | | |
|--------------------------------------|-------|-------------------------------|-------|-------|------|--------|
| | | | Alto | Medio | Bajo | Total |
| V1: Empleo de la fotogrametría aérea | Alto | Recuento | 68 | 0 | 0 | 68 |
| | | % del total | 95.8% | 0.0% | 0.0% | 95.8% |
| | Medio | Recuento | 0 | 2 | 0 | 2 |
| | | % del total | 0.0% | 2.8% | 0.0% | 2.8% |
| | Bajo | Recuento | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | | % del total | 0.0% | 0.0% | 1.4% | 1.4% |
| Total | | Recuento | 68 | 2 | 1 | 71 |
| | | % del total | 95.8% | 2.8% | 1.4% | 100.0% |

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

Figura 3.
Empleo de la fotogrametría aérea e Instrucción en topografía



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

Interpretación de la Variable 1 y la variable 2: Mediante la Tabla 6 y en la Figura 3, se observó que el 95.8% del total (68 de 71) se ubicó simultáneamente en “Empleo alto” y “Instrucción alta”, sin registros cruzados en niveles medios o bajos para ese grupo. En el segmento con “Empleo medio” aparecieron únicamente 2 cadetes (2.8%), quienes también reportaron “Instrucción media”. Finalmente, solo 1 cadete (1.4%) marcó “Empleo bajo” y a la vez “Instrucción baja”. No existieron frecuencias fuera de la diagonal principal, lo que implicó ausencia total de casos con empleo alto pero instrucción media o baja, o, inversamente, instrucción alta con empleo medio o bajo. Esta estructura diagonal indicó concordancia categórica entre ambas variables, sugiriendo co-movimiento consistente: cuando el empleo percibido se clasificó alto, la instrucción también se clasificó alta; cuando el empleo se percibió medio, la instrucción se percibió media; cuando el empleo se percibió bajo, la instrucción se percibió baja.

Desde una lectura descriptiva, la marginal de instrucción confirmó predominio de niveles altos (95.8%), con escasa presencia de niveles medio (2.8%) y bajo (1.4%). A su vez, la marginal de empleo replicó la misma distribución: 95.8% alto, 2.8% medio, 1.4% bajo. Esta simetría se tradujo en una relación monotónica positiva extremadamente fuerte entre ambas variables a nivel categórico. En términos sustantivos, los cadetes que consideraron mayor empleo de la fotogrametría aérea fueron quienes reportaron mayor instrucción en topografía, lo cual reforzó la idea de que la percepción de uso o necesidad de la tecnología se alineó con el capital formativo que afirmaron poseer. Al mismo tiempo, los muy pocos casos en las categorías media y baja concentraron sus respuestas de forma consistente con su propio nivel de instrucción, lo que añadió coherencia interna al patrón.

No obstante, esta evidencia debía leerse con cautela por dos razones metodológicas. Primero, la distribución altamente concentrada en el nivel “alto” sugirió un posible efecto techo en ambas variables, que redujo la variabilidad y limitó la capacidad para distinguir matices intermedios. Segundo, el tamaño ínfimo en “medio” y “bajo” (dos y un caso, respectivamente) restringió la inferencia fina sobre esos estratos y elevó la sensibilidad a pequeños cambios de clasificación. En conjunto, la tabla describió un escenario de concordancia categórica casi perfecta entre empleo de la fotogrametría aérea e instrucción en topografía en los cadetes de artillería, coherente con la idea de que mayor formación se asoció con mayor valoración del empleo de la tecnología en prácticas topográficas, aunque con la salvedad de que la concentración en la categoría alta y el bajo conteo en las restantes acotaron la generalización.

Resultados en base al Objetivo Específico 1: Planificación operativa e Instrucción en topografía.

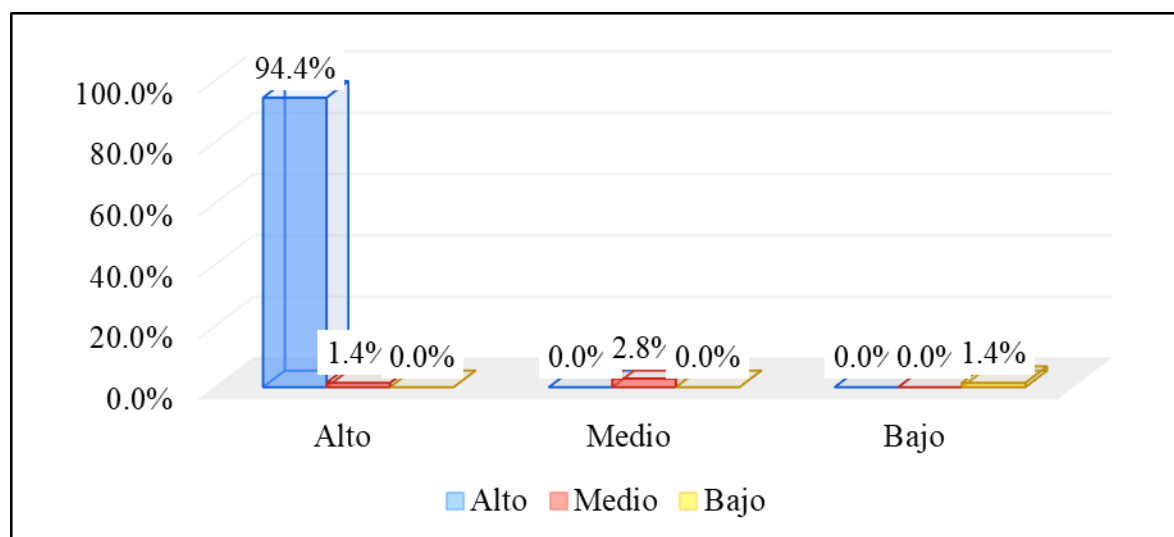
Tabla 7.
Planificación operativa e Instrucción en topografía

| | | V2: Instrucción en topografía | | | | |
|-----------------------------------|-------|-------------------------------|-------|------|-------|--------|
| | | Alto | Medio | Bajo | Total | |
| D1: Planificación operativa | Alto | Recuento | 67 | 0 | 0 | 67 |
| | | % del total | 94.4% | 0.0% | 0.0% | 94.4% |
| | Medio | Recuento | 1 | 2 | 0 | 3 |
| | | % del total | 1.4% | 2.8% | 0.0% | 4.2% |
| | Bajo | Recuento | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | | % del total | 0.0% | 0.0% | 1.4% | 1.4% |
| Total | | Recuento | 68 | 2 | 1 | 71 |
| | | % del total | 95.8% | 2.8% | 1.4% | 100.0% |

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

Fuente: SPSS 27

Figura 4.
Planificación operativa e Instrucción en topografía



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

Fuente: SPSS 27

Interpretación de la Dimensión 1, V1 y la variable 2: Mediante la Tabla 7 y en la Figura 4, pues 67 cadetes (94.4% del total) se ubicaron simultáneamente en el nivel “Alto” de ambas variables. Se registró, además, un grupo muy pequeño con planificación “Media” compuesto por tres cadetes (4.2%): dos de ellos se situaron en “Instrucción media” (2.8% del total) y uno en “Instrucción alta” (1.4% del total). Finalmente, solo un cadete (1.4%) se

posicionó en “Planificación baja” y “Instrucción baja”. No aparecieron combinaciones fuera de la diagonal principal, como planificación alta con instrucción media o baja, ni planificación baja con instrucción alta o media, lo que evidenció ausencia de dispersión y una coincidencia categórica muy marcada entre ambas dimensiones.

Desde la perspectiva descriptiva, las distribuciones marginales replicaron esta concentración: la instrucción en topografía fue mayoritariamente alta (95.8%), con presencias residuales en niveles medio (2.8%) y bajo (1.4%); de manera simétrica, la planificación operativa se concentró en el nivel alto (94.4%), seguida de medio (4.2%) y bajo (1.4%). Este paralelismo de perfiles reforzó la interpretación de una asociación positiva y monótonica: cuanto mayor fue el nivel de planificación operativa percibida, mayor fue el nivel de instrucción reportado; y cuando la planificación descendió a niveles medio o bajo, la instrucción acompañó el descenso en la misma dirección. El único caso “desalineado” (planificación media con instrucción alta) representó una excepción mínima que no alteró el sentido general del patrón.

En términos sustantivos, la lectura de la diagonal completa en niveles altos sugirió que los cadetes que declararon planificar con criterios claros de misión —definición de cobertura, solapes, GCP y parámetros de vuelo— también afirmaron contar con una instrucción topográfica robusta para ejecutar y validar esas decisiones técnicas. Esta convergencia resultó coherente con la lógica formativa del arma de artillería, donde la capacidad de planificar el levantamiento condicionó la calidad de los productos y, a la vez, dependió de competencias instrumentales y de gabinete consolidadas. Sin embargo, la fortísima concentración en “Alto” planteó un potencial efecto techo que redujo la variabilidad de ambas escalas y limitó la detección de matices intermedios, por lo que los porcentajes en “Medio” y “Bajo” deben interpretarse con cautela debido a su tamaño muy reducido. Aun con esa salvedad, la evidencia produjo una señal descriptiva clara: en estos cadetes, niveles elevados de planificación operativa convivieron con niveles igualmente elevados de instrucción en topografía, perfil que apuntó a una relación de refuerzo mutuo entre el entrenamiento recibido y la forma en que organizaron técnica y metodológicamente sus levantamientos.

Resultados en base al Objetivo Específico 2: Captura de datos e Instrucción en topografía.

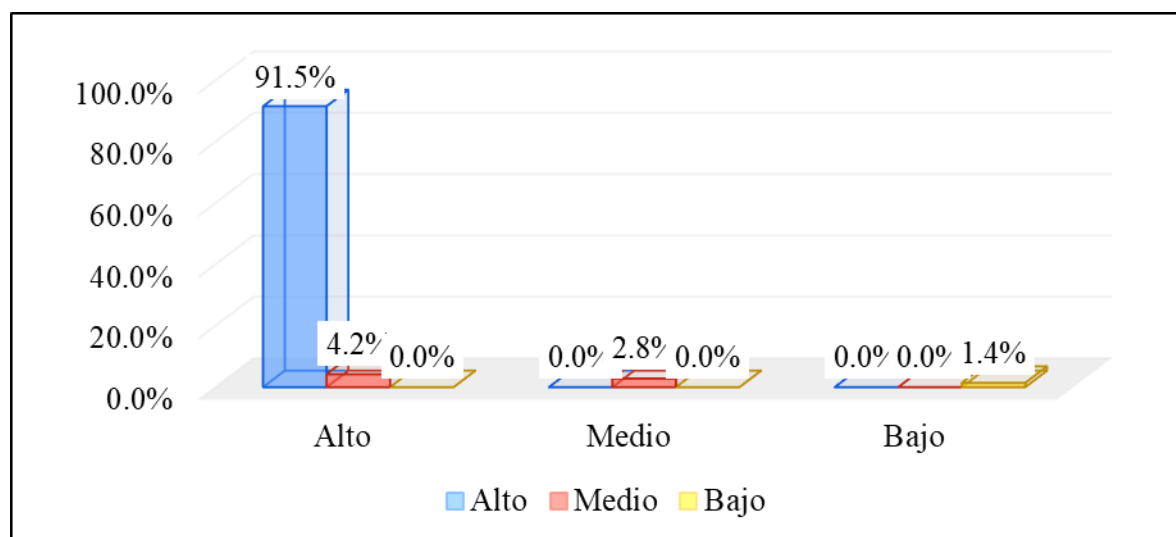
Tabla 8.
Captura de datos e Instrucción en topografía

| | | V2: Instrucción en topografía | | | | |
|----------------------------|-------|-------------------------------|-------|-------|------|--------|
| | | | Alto | Medio | Bajo | Total |
| D2: Captura de datos | Alto | Recuento | 65 | 0 | 0 | 65 |
| | | % del total | 91.5% | 0.0% | 0.0% | 91.5% |
| | Medio | Recuento | 3 | 2 | 0 | 5 |
| | | % del total | 4.2% | 2.8% | 0.0% | 7.0% |
| | Bajo | Recuento | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | | % del total | 0.0% | 0.0% | 1.4% | 1.4% |
| Total | | Recuento | 68 | 2 | 1 | 71 |
| | | % del total | 95.8% | 2.8% | 1.4% | 100.0% |

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

Fuente: SPSS 27

Figura 5.
Captura de datos e Instrucción en topografía



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

Fuente: SPSS 27

Interpretación de la Dimensión 2, V1 y la variable 2: Mediante la Tabla 8 y en la Figura 5, se observó que 65 cadetes (91.5% del total) se ubicaron simultáneamente en “Captura de datos: Alto” e “Instrucción en topografía: Alta”, sin casos en las celdas alto–medio ni alto–bajo. Este bloque mayoritario indicó concordancia categórica: cuando los cadetes reportaron dominio en los procedimientos de captura —solapes, GSD, control de cámara, establecimiento

de GCP— también declararon una instrucción topográfica elevada, coherente con una apropiación formativa que conectó teoría, campo y gabinete. En el extremo opuesto, solo un cadete (1.4%) se posicionó en el cruce “Bajo–Bajo”, lo que dejó prácticamente vacías las zonas de disonancia entre ambas variables y reforzó el patrón general de co-movimiento.

El segundo rasgo relevante emergió en el nivel medio de captura: cinco cadetes (7.0%) se distribuyeron de manera no homogénea, con tres en “Instrucción alta” (4.2%) y dos en “Instrucción media” (2.8%). Esta pequeña desviación respecto de la diagonal perfecta sugirió que un subconjunto percibió sólida instrucción, pero aún no trasladó totalmente esa formación al desempeño práctico de captura, escenario compatible con limitaciones de práctica reciente, menor exposición a misiones reales o cautela al autoevaluar habilidades operativas. Aun así, la magnitud de esta desviación fue reducida y no alteró el sentido global de la relación. La ausencia de frecuencias en combinaciones como “Captura baja con instrucción alta” o “Captura alta con instrucción baja” evidenció, además, que los desajustes severos entre desempeño operativo y formación teórico–práctica fueron inexistentes en la muestra.

Las distribuciones marginales reforzaron la lectura anterior. La instrucción en topografía se concentró en el nivel alto (95.8%, 68 cadetes), con presencias residuales en medio (2.8%, 2 cadetes) y bajo (1.4%, 1 cadete). De manera consistente, captura de datos presentó 91.5% en alto (65), 7.0% en medio (5) y 1.4% en bajo (1). Este paralelismo de perfiles respaldó la interpretación de una relación positiva, monotónica y muy fuerte: a mayores niveles percibidos de instrucción, mayores niveles de dominio en la captura. No obstante, la concentración en la categoría alta planteó un posible efecto techo que redujo la variabilidad y acotó la discriminación de matices intermedios; por ello, las celdas con conteos mínimos (especialmente “bajo–bajo”) deben leerse con cautela. En conjunto, la tabla describió un panorama de alto alineamiento entre formación topográfica y ejecución de captura, con leves rezagos concentrados en el estrato medio que no comprometieron la tendencia principal.

Resultados en base al Objetivo Específico 3: Procesamiento de información e Instrucción en topografía.

Tabla 9.

Procesamiento de información e Instrucción en topografía

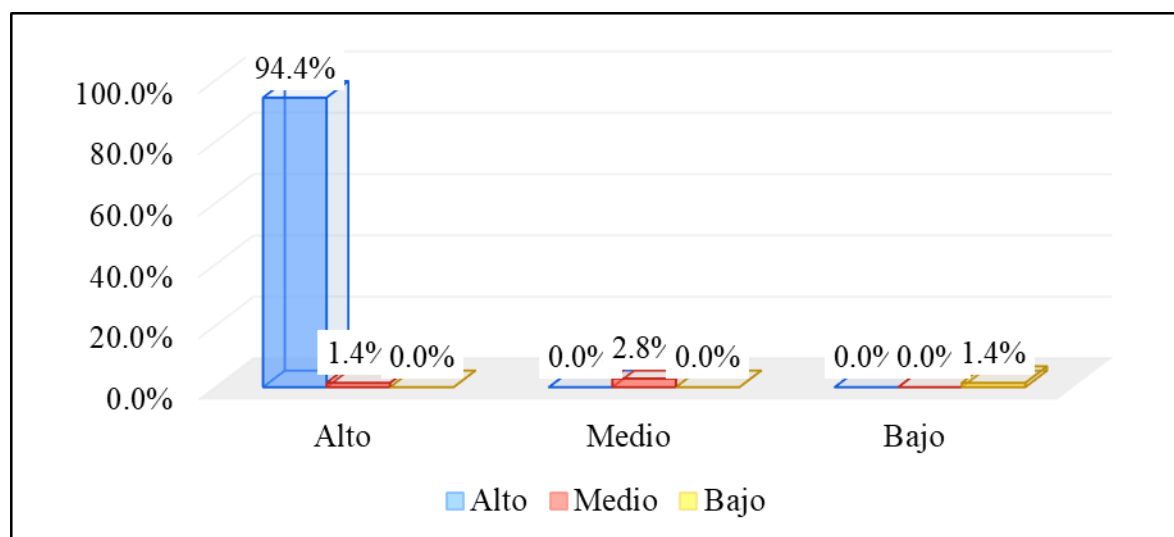
| | | V2: Instrucción en topografía | | | | |
|---|-------|-------------------------------|-------|-------|------|--------|
| | | | Alto | Medio | Bajo | Total |
| D3: Procesamiento de información | Alto | Recuento | 67 | 0 | 0 | 67 |
| | | % del total | 94.4% | 0.0% | 0.0% | 94.4% |
| | Medio | Recuento | 1 | 2 | 0 | 3 |
| | | % del total | 1.4% | 2.8% | 0.0% | 4.2% |
| | Bajo | Recuento | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | | % del total | 0.0% | 0.0% | 1.4% | 1.4% |
| Total | | Recuento | 68 | 2 | 1 | 71 |
| | | % del total | 95.8% | 2.8% | 1.4% | 100.0% |

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

Fuente: SPSS 27

Figura 6.

Procesamiento de información e Instrucción en topografía



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

Fuente: SPSS 27

Interpretación de la Dimensión 3, V1 y la variable 2: Mediante la Tabla 9 y en la Figura 6, el 94.4% del total (67 cadetes) se situó simultáneamente en el nivel alto de ambas variables, sin registros en las combinaciones alto–medio ni alto–bajo, lo que describió una diagonal dominante y muy estable. En el estrato medio de procesamiento aparecieron 3 cadetes (4.2%): dos se ubicaron en instrucción media (2.8% del total) y uno en instrucción alta (1.4%),

mientras que el nivel bajo de procesamiento solo reunió un cadete (1.4%) y coincidió con instrucción baja. La ausencia de frecuencias en las celdas de disonancia —por ejemplo, procesamiento bajo con instrucción alta, o procesamiento alto con instrucción media/baja— reforzó la lectura de co-movimiento categórico: a mayor dominio percibido en el procesamiento, mayor fue la instrucción reportada, y cuando el procesamiento descendió, la instrucción acompañó el descenso con la misma dirección.

Las distribuciones marginales confirmaron esa simetría. En instrucción en topografía se alcanzó 95.8% en alto (68 cadetes), 2.8% en medio (2) y 1.4% en bajo (1); en procesamiento los porcentajes fueron 94.4% alto (67), 4.2% medio (3) y 1.4% bajo (1). Esta cercanía de perfiles sugirió una asociación positiva, monotónica y muy intensa: quienes declararon competencias sólidas para orientar, densificar, ortorrectificar, mosaicar y verificar la exactitud posicional también manifestaron una instrucción robusta para sustentar dichas decisiones técnicas. La única leve “desalineación” —un cadete con procesamiento medio pero instrucción alta— puede interpretarse como una brecha transitoria entre el capital formativo y la traslación operativa a flujos completos, o bien como prudencia al autoevaluar etapas específicas (por ejemplo, control independiente, reporte de RMSE o gestión de metadatos).

En términos sustantivos, el claro dominio de la categoría alta describió a un colectivo que internalizó procedimientos de procesamiento con fuerte respaldo instruccional, hecho congruente con las exigencias del arma de artillería donde la calidad de ortoimágenes, modelos y planes depende de una instrucción capaz de sostener decisiones en cada eslabón del flujo. Sin embargo, esta concentración sugiere un efecto techo: la variabilidad reducida limita la sensibilidad para discriminar matices intermedios y obliga a interpretar con cautela las celdas de baja frecuencia, en especial las de nivel bajo, por su $n = 1$. Aun con esa salvedad, la tabla ofreció una señal contundente: en estos cadetes, el procesamiento de información y la instrucción en topografía se movieron en conjunto y en niveles elevados, con rezagos mínimos focalizados en el estrato medio, lo que apunta a una relación de refuerzo mutuo entre la formación recibida y la ejecución técnica en gabinete.

4.2. Análisis inferencial

4.2.1. Contrastación de la Hipótesis General (HG)

Paso 1.

HG₀ : No existe una relación directa y significativa entre el empleo de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

HG_a : Existe una relación directa y significativa entre el empleo de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

Paso 2.

El nivel de significancia, representado como α , 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: Empleo de la fotogrametría aérea | V2: Instrucción en topografía |
|--------------------|---|---|----------------------------------|
| Rho de Spearman | V1: Empleo de la fotogrametría aérea | Coeficiente de correlación | 1.000 |
| | | Sig. (bilateral) | ,872** |
| | | N | 71 |
| | V2: Instrucción en topografía | Coeficiente de correlación | ,872** |
| | | Sig. (bilateral) | 1.000 |
| | | N | 71 |

** . “La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

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

Fuente: SPSS 27

Interpretación: Como el coeficiente de R_{h0} de Spearman es 0.872, 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 (ρ -valor) es menor que 0.05.
- Aceptar H_0 si sig (ρ -valor) es mayor que 0.05.

Paso 5.

Decisión estadística. Si $0.000 > 0.05$. Aceptar 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 el empleo de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

4.2.2. Contratación de la Hipótesis Específica 1 (HE1)

Paso 1.

HE1₀ : No existe una relación directa y significativa entre la planificación operativa de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

HE1_a : Existe una relación directa y significativa entre la planificación operativa de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

Paso 2.

El nivel de significancia, representado como α , 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 operativa | V2: Instrucción en topografía |
|-----------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Rho de Spearman | D1: Planificación operativa | Coeficiente de correlación | 1.000 |
| | | Sig. (bilateral) | ,819** |
| | | N | 71 |
| | V2: Instrucción en topografía | Coeficiente de correlación | ,819** |
| | | Sig. (bilateral) | 0.000 |
| | | N | 71 |

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

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

Interpretación: Como el coeficiente de Rh0 de Spearman es 0.819, 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 (ρ -valor) es menor que 0.05.
- Aceptar H_0 si sig (ρ -valor) es mayor que 0.05.

Paso 5.

Decisión estadística. Si $0.000 > 0.05$. Aceptar 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 planificación operativa de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía 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.

HE2₀ : No existe una relación directa y significativa entre la captura de datos de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

HE2_a : Existe una relación directa y significativa entre la captura de datos de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

Paso 2.

El nivel de significancia, representado como α , 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: Captura de datos | V2: Instrucción en topografía |
|-----------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| Rho de Spearman | D2: Captura de datos | 1.000 | ,894** |
| | Coefficiente de correlación | | |
| | Sig. (bilateral) | | 0.000 |
| | N | 71 | 71 |
| | V2: Instrucción en topografía | ,894** | 1.000 |
| | Coefficiente de correlación | | |
| | Sig. (bilateral) | 0.000 | |
| | N | 71 | 71 |

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

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

Interpretación: Como el coeficiente de Rh0 de Spearman es 0.894, 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 (ρ -valor) es menor que 0.05.
- Aceptar H_0 si sig (ρ -valor) es mayor que 0.05.

Paso 5.

Decisión estadística. Si $0.000 > 0.05$. Aceptar 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 captura de datos de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

4.2.4. Contratación de la Hipótesis Específica 3 (HE3)

Paso 1.

HE3₀ : No existe una relación directa y significativa entre el procesamiento de información de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

HE3_a : Existe una relación directa y significativa entre el procesamiento de información de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.

Paso 2.

El nivel de significancia, representado como α , 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: Procesamiento de información | V2: Instrucción en topografía |
|----------------------------------|--|-------------------------------------|----------------------------------|
| Rho de Spearman | D3: Procesamiento de información | 1.000 | ,877** |
| | | | |
| | Sig. (bilateral) | | 0.000 |
| | N | 71 | 71 |
| V2: Instrucción en topografía | | ,877** | 1.000 |
| | | | |
| | Sig. (bilateral) | 0.000 | |
| | N | 71 | 71 |

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

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

Interpretación: Como el coeficiente de Rh0 de Spearman es 0.877, 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 (ρ -valor) es menor que 0.05.
- Aceptar H_0 si sig (ρ -valor) es mayor que 0.05.

Paso 5.

Decisión estadística. Si $0.000 > 0.05$. Aceptar 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 el procesamiento de información de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía 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 una estructura diagonal perfecta entre el empleo de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía en los 71 cadetes de artillería. Se observó que el 95.8% del total (68 de 71) se concentró simultáneamente en “Empleo alto” e “Instrucción alta”, mientras que el 2.8% (2 cadetes) se situó en “Empleo medio” con “Instrucción media” y el 1.4% (1 cadete) en “Empleo bajo” con “Instrucción baja”. No existieron frecuencias fuera de la diagonal principal, por lo que no se registraron casos de empleo alto con instrucción media o baja ni, en sentido inverso, de instrucción alta con empleo medio o bajo. En la lectura marginal, ambas variables replicaron distribuciones casi idénticas (95.8% alto; 2.8% medio; 1.4% bajo), lo cual respaldó una asociación categórica muy intensa y monotónica: a mayor empleo percibido, mayor instrucción reportada.

En el análisis inferencial, el coeficiente de Spearman fue $\rho = 0.872$ con significancia $p = 0.000 < 0.05$, lo que indicó correlación positiva alta y estadísticamente significativa. Con el criterio de decisión predefinido (rechazar H_0 si $p < 0.05$), se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, concluyéndose que existió relación directa y significativa entre ambas variables. La magnitud de ρ sugirió un vínculo fuerte y estable, coherente con la concentración observada en la diagonal de la tabla, aunque se advirtió un posible efecto techo por la predominancia de la categoría “alto” que redujo la variabilidad y, por ende, la sensibilidad para distinguir matices intermedios; asimismo, los estratos “medio” y “bajo” estuvieron escasamente representados ($n = 2$ y $n = 1$), por lo que su interpretación requirió prudencia.

Al contrastar con Martínez y Bermeo (2023), se corroboró que la fotogrametría —y, en escenarios específicos, el LiDAR y el GNSS en modo RTK/PPK— permitió eficiencias temporales y niveles de precisión compatibles con exigencias operativas; su estudio reportó tiempos totales de 7.3 h para fotogrametría frente a 13.3 h para LiDAR y 24 h para GNSS, además de $RMSE_r \approx 0.10$ m, lo que fundamentó técnicamente que una instrucción sólida facilitara el uso extendido de técnicas aéreas. En nuestro caso, la alta coincidencia “empleo–instrucción” habría sido consistente con contextos donde el capital formativo habilitó la

planificación de vuelo, el control en tierra y el procesamiento que, a su vez, hicieron visible la eficiencia de la tecnología.

Los hallazgos también dialogaron con Amaro y Chabla (2024), quienes mostraron que, en topografías complejas de los Andes del sur de Ecuador, los UAV incrementaron la cobertura ($\approx 54.3\%$ del total combinado frente a $\approx 45.7\%$ con estación total) y acortaron calendarios, mientras los métodos terrestres preservaron control puntual. Tal complementariedad explicó que cadetes con mayor instrucción tendieran a valorar y emplear la captura aérea para abarcar más terreno con oportunidad, sin renunciar al control instrumental clásico cuando el objetivo lo exigió. La relación positiva hallada reflejó, así, un equilibrio formativo que integró rapidez, cobertura y criterios de calidad.

En el ámbito institucional más afín, Guzman y Guzman (2022) en la EMCH “CFB” documentaron una correlación alta entre empleo de fotogrametría y trabajos topográficos ($\rho = 0.806$; $p = 0.000$), con 80.6% de niveles altos en ambas dimensiones. Esa evidencia local reforzó la validez externa de nuestro patrón: cuando la instrucción fortaleció competencias de planificación, captura y procesamiento, el empleo de la fotogrametría emergió naturalmente como recurso valorado para producir ortoimágenes y modelos con precisión verificable, mejorar la oportunidad de los entregables y apoyar la toma de decisiones.

En síntesis, el análisis descriptivo e inferencial convergió en un mensaje claro: en esta muestra de cadetes de artillería, el empleo de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía se movieron de forma conjunta y en niveles altos, con relación positiva fuerte y significativa. La coherencia con antecedentes comparativos y con la propia experiencia institucional sugirió que consolidar la instrucción técnica favoreció la adopción y el uso competente de la fotogrametría; no obstante, se recomendó ampliar el rango de desempeños y equilibrar las categorías para mitigar el efecto techo y profundizar en matices de la relación en futuras cohortes.

En relación a la Hipótesis Específica 1, el análisis descriptivo mostró que la relación entre planificación operativa e instrucción en topografía se dispuso de forma casi perfecta sobre la diagonal de la tabla. El 94.4% del total (67 de 71 cadetes) se concentró en el cruce “Planificación alta – Instrucción alta”, mientras que el estrato “Planificación media” acumuló únicamente tres casos (4.2%), de los cuales dos se ubicaron en “Instrucción media” y uno en

“Instrucción alta”; finalmente, un solo cadete (1.4%) se registró en “Planificación baja – Instrucción baja”. No aparecieron frecuencias fuera de la diagonal principal, por lo que no se observaron combinaciones de planificación alta con instrucción media o baja, ni de planificación baja con instrucción alta o media. Las distribuciones marginales reforzaron este perfil: la instrucción fue predominantemente alta (95.8%), con presencias residuales en medio (2.8%) y bajo (1.4%), y la planificación operativa replicó la misma lógica (94.4% alta; 4.2% media; 1.4% baja). Este paralelismo describió una asociación positiva y monotónica: a mayor planificación, mayor instrucción reportada por los cadetes.

En relación al componente inferencial, la correlación de Spearman alcanzó $\rho = 0.819$ con significancia $p = 0.000 (< 0.05)$, lo que indicó una relación positiva alta y estadísticamente significativa entre la planificación operativa de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía. Conforme a la regla de decisión establecida, el valor p inferior a 0.05 condujo al rechazo de la hipótesis nula y a la aceptación de la hipótesis alterna, confirmándose la existencia de una relación directa. La magnitud del coeficiente, aunada a la fuerte concentración en la categoría alta de ambas variables, sugirió que el dominio formativo de contenidos topográficos (diseño de misión, definición de cobertura, solapes, GCP y parámetros de vuelo) se asoció estrechamente con la manera en que los cadetes planificaron sus levantamientos. No obstante, la presencia de un posible efecto techo —derivada de la escasa variabilidad en los niveles medio y bajo— invitó a interpretar con cautela los resultados de esos estratos minoritarios ($n = 3$ y $n = 1$).

Al contrastar estos hallazgos con la evidencia de Romero (2022), se observó que la fotogrametría mediante triangulación aérea superó al método topográfico tradicional en eficiencia temporal y costo para el levantamiento de redes eléctricas, manteniendo precisión operativa. En ese estudio, la reducción de horas y costos se articuló con una planificación detallada del vuelo y del control, lo que exigió definir alturas, solapes y puntos de apoyo con criterios explícitos antes de la salida a campo. Este énfasis en el plan de misión resultó congruente con lo observado en los cadetes: allí donde la planificación se consolidó como práctica, la instrucción necesaria para sustentarla también apareció elevada, lo que explicó la predominancia del cruce “alto–alto” y la ausencia de combinaciones disonantes.

La comparación con Cristóbal (2023) aportó una perspectiva operacional en movimiento de tierras dentro del sector minero, donde la fotogrametría con drones optimizó recursos y favoreció la estimación de volúmenes con oportunidad. Tal optimización dependió

de planificar áreas, pasadas y densidades de puntos, además de asegurar la colocación y calidad de los GCP para controlar la exactitud. Esta dependencia del planeamiento técnico —previa al vuelo y al procesamiento— tuvo su correlato en la muestra analizada: los cadetes que reportaron mayor instrucción también notificaron niveles altos de planificación, sugiriendo que la formación fortaleció la capacidad de anticipar requerimientos de precisión, cobertura y control, condición necesaria para que los beneficios operativos se materializaran.

Asimismo, los resultados dialogaron con la experiencia de Soto y Sánchez (2025), quienes, al implementar VANT RTK en una obra civil, demostraron que un plan de misión bien estructurado —con georreferenciación precisa, rutas, alturas y solapes definidos— permitió construir ortomosaicos y modelos que revelaron inconsistencias del diseño respecto del terreno. Ese valor agregado emergió precisamente porque la planificación unió exigencias geométricas y controles de verificación con una instrucción suficiente para ejecutar y auditar el flujo completo. En la cohorte de cadetes se observó un patrón equivalente: la instrucción alta convivió con una planificación alta, y los casos intermedios fueron pocos y coherentes, lo que reforzó la idea de que la calidad del plan no se improvisó, sino que dependió de competencias formadas y ejercitadas.

En conjunto, la evidencia del objetivo específico 1 permitió sostener que la planificación operativa y la instrucción en topografía se movieron de manera conjunta y en niveles elevados, con una relación positiva alta y significativa. La convergencia con estudios aplicados —que mostraron ahorros de tiempo y costos, detección de discrepancias y mejora en la calidad de los entregables cuando el plan de misión se diseñó con rigor— reforzó el argumento de que la instrucción no solo acompañó, sino que habilitó la planificación efectiva. Como síntesis, la combinación de una diagonal casi perfecta en la tabla, un ρ de Spearman robusto y la coherencia con experiencias profesionales sugirió que, en estos cadetes de artillería, planificar bien fue inseparable de estar bien instruidos; la principal tarea pendiente consistió en ampliar la variabilidad de desempeños para evitar efecto techo y capturar mejor los matices intermedios en futuras cohortes.

En relación a la Hipótesis Específica 2, el análisis descriptivo mostró un alineamiento muy marcado entre captura de datos e instrucción en topografía. El 91.5% del total (65 de 71 cadetes) se ubicó en el cruce “Captura alta – Instrucción alta”, sin frecuencias en alto–medio

ni alto–bajo; en el estrato “Captura media” se registraron cinco casos (7.0%), distribuidos en tres con instrucción alta (4.2%) y dos con instrucción media (2.8%); finalmente, un cadete (1.4%) se situó en “Captura baja – Instrucción baja”. Esta estructura, con celdas prácticamente vacías fuera de la diagonal, describió co–movimiento categórico: cuando los cadetes reportaron dominio en procedimientos de captura —solapes, GSD, control de cámara y establecimiento de GCP— también declararon instrucción elevada; y cuando la captura descendió, la instrucción acompañó la tendencia. Las distribuciones marginales confirmaron el patrón: la instrucción fue mayoritariamente alta (95.8%), y la captura presentó 91.5% alta, 7.0% media y 1.4% baja, lo que anticipó una asociación positiva muy fuerte con posible efecto techo por la alta concentración en el nivel superior.

En relación al componente inferencial, la prueba de correlación de Spearman arrojó $\rho = 0.894$ con significancia $p = 0.000 (< 0.05)$, resultado que indicó relación positiva alta y estadísticamente significativa entre la captura de datos y la instrucción en topografía. Bajo la regla de decisión preestablecida (rechazar H_0 si $p < 0.05$), se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la alterna, confirmándose que la variación ascendente en la competencia de captura se asoció de manera directa con mayores niveles de instrucción. La magnitud del coeficiente, consistente con la diagonal dominante observada, sugirió un vínculo robusto entre la formación y la ejecución en campo; no obstante, el reducido tamaño de los estratos medio y bajo invitó a leer con cautela los matices allí contenidos, pues pequeños cambios de clasificación habrían modificado de manera apreciable sus porcentajes.

En diálogo con la literatura, los hallazgos fueron congruentes con el análisis comparativo de Salas (2022), quien sistematizó evidencias de que los drones facilitaron coberturas amplias y eficiencia temporal en terrenos complejos, mientras que los métodos convencionales preservaron control puntual. Esa síntesis se sustentó, precisamente, en una captura bien ejecutada (parámetros de toma, estabilidad radiométrica/geométrica y control de puntos) y explicó por qué, en nuestra cohorte, la gran mayoría que declaró instrucción alta se auto–ubicó también con desempeño alto en captura: la didáctica que trasladó teoría a práctica habría habilitado decisiones correctas de solapes, altura de vuelo y manejo de cámara, reduciendo errores y mejorando la aptitud de las imágenes para el posproceso.

Los resultados también fueron compatibles con el estudio aplicado y comparativo de Yamasqui (2022), quien contrastó aerofotogrametría con técnicas tradicionales (estación total y GPS diferencial) y mostró que la primera incrementó la cobertura y disminuyó tiempos,

siempre que la captura se ejecutara bajo protocolos equivalentes de control para asegurar comparabilidad de precisión. Ese énfasis en la fase de toma —que condicionó la calidad posicional— se reflejó en los cinco cadetes con captura media: la instrucción alta de tres de ellos sugería que el conocimiento estaba presente, pero que la traducción operativa aún no se consolidaba en todas las misiones (por ejemplo, por menor exposición reciente o cautela al autoevaluar destrezas en viento, iluminación o rutas), un matiz esperable en cohortes en proceso de afianzamiento práctico.

Finalmente, la evidencia cuantitativa de Cuque (2020) aportó una clave adicional al comparar fotogrametría con un procedimiento topográfico con teodolito: se observaron RMSE muy bajos en X–Y y mayores en Z bajo vegetación, lo que recordó que la captura determinó en gran medida la calidad final, especialmente en contextos con oclusiones y texturas complejas. Esta lectura explicó la existencia del único caso “bajo–bajo” observado: cuando las condiciones o decisiones de toma no resultaron idóneas (p. ej., geometría de vuelo subóptima, GCP insuficientes o condiciones de escena desfavorables), el desempeño percibido en captura y la valoración de la instrucción podían co–descender, preservando la coherencia con la diagonal principal.

En síntesis, la evidencia descriptiva e inferencial del objetivo específico 2 mostró que la captura de datos y la instrucción en topografía se movieron en conjunto y en niveles predominantemente altos, con una relación positiva fuerte y significativa ($\rho = 0.894$; $p < 0.05$). La convergencia con estudios que destacaron eficiencia y cobertura de la aerofotogrametría condicionadas por una captura técnicamente correcta, junto con resultados que señalaron límites y sensibilidades de la fase de toma (especialmente en Z y en escenas difíciles), reforzó la interpretación de que el entrenamiento recibido habilitó decisiones de captura de alta calidad en la mayoría de cadetes. El pequeño contingente en nivel medio sugirió brechas puntuales de consolidación práctica más que inconsistencias estructurales, mientras que el caso bajo aislado ilustró la dependencia crítica del flujo completo respecto de una captura bien planificada y ejecutada.

En relación a la Hipótesis Específico 3, el análisis descriptivo mostró que el procesamiento de información y la instrucción en topografía se dispusieron casi íntegramente sobre la diagonal de la tabla. El 94.4% del total (67 de 71 cadetes) se ubicó en el cruce

“Procesamiento alto – Instrucción alta”, sin frecuencias en combinaciones alto–medio ni alto–bajo; el estrato medio de procesamiento reunió tres casos (4.2%), de los cuales dos correspondieron a “Instrucción media” y uno a “Instrucción alta”; finalmente, un solo cadete (1.4%) se registró en “Procesamiento bajo – Instrucción baja”. Las distribuciones marginales confirmaron esa concentración: la instrucción fue mayoritariamente alta (95.8%), con 2.8% en media y 1.4% en baja; el procesamiento presentó 94.4% en alto, 4.2% en medio y 1.4% en bajo. Este paralelismo describió una asociación positiva y monotónica: cuando el dominio declarado del procesamiento aumentó —orientación, densificación, ortorrectificación, mosaico y verificación posicional— también lo hizo la instrucción reportada; y cuando el procesamiento descendió, la instrucción acompañó la misma dirección.

En el análisis inferencial, la correlación de Spearman alcanzó $\rho = 0.877$ con significancia $p = 0.000 (< 0.05)$, por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la alterna, concluyéndose que existió una relación positiva alta y estadísticamente significativa entre el procesamiento de información y la instrucción en topografía. La magnitud del coeficiente resultó coherente con la diagonal dominante observada en el análisis descriptivo y reforzó la idea de co-movimiento entre ambas variables. No obstante, la fuerte concentración en el nivel alto sugirió un posible efecto techo que redujo la variabilidad y, por ende, la sensibilidad para discriminar matices intermedios; de igual modo, los tamaños pequeños en los estratos medio ($n = 3$) y bajo ($n = 1$) exigieron cautela para interpretar con detalle esos segmentos minoritarios.

Al contrastar estos hallazgos con Martínez y Bermeo (2023), se observó que, al comparar fotogrametría, LiDAR y GNSS, la fase de posproceso condicionó la precisión final ($RMSEr \approx 0.10$ m en el comparativo PPK–RTK) y la eficiencia temporal (7.3 h para fotogrametría frente a 13.3 h para LiDAR y 24 h para GNSS). Dicha evidencia sostuvo que la calidad del pipeline —desde el ajuste del haz hasta la generación de ortomosaicos y MDT— dependió de conocimientos específicos para parametrizar, validar y reportar exactitudes, por lo que una instrucción sólida tendió a reflejarse en desempeños altos de procesamiento. La convergencia con la diagonal “alto–alto” en los cadetes se interpretó, por tanto, como un signo de que el capital formativo facilitó la traducción del dato bruto a productos cartográficos auditables.

La comparación con Amaro y Chabla (2024) añadió una perspectiva de terreno montañoso donde los UAV ampliaron cobertura y acortaron calendarios frente a la estación total, pero exigieron procesamiento cuidadoso para convertir imágenes en insumos utilizables

(p. ej., en Pix4D y SIG). En ese escenario, la diferencia entre “tener datos” y “tener productos” se resolvió en gabinete: la correcta configuración del flujo (calibración, densificación, filtrado, control con GCP/CP y reporte de métricas) marcó el salto de eficiencia potencial a utilidad efectiva. En nuestra cohorte, el predominio de “procesamiento alto – instrucción alta” se alineó con esa lógica: los cadetes que declararon una instrucción robusta fueron, a la vez, quienes afirmaron dominar la cadena de gabinete que hizo viable la comparación, el diseño y la verificación topográfica.

De manera complementaria, Guzman y Guzman (2022) —en un contexto institucional semejante— reportaron correlación alta entre empleo de fotogrametría y trabajos topográficos ($\rho = 0.806$; $p = 0.000$), con amplio predominio de niveles altos en ambas dimensiones. Ese antecedente local reforzó que, cuando la formación incorporó explícitamente criterios de procesamiento (control independiente, ortorrectificación y declaración de exactitudes), los productos derivados ganaron confiabilidad y oportunidad, lo que incentivó su uso en tareas académicas y operativas. La coherencia con nuestro patrón —diagonal dominante y ρ elevado— sugirió que el refuerzo mutuo entre instrucción y procesamiento se sostuvo en prácticas concretas de gabinete, más que en percepciones aisladas.

En síntesis, el objetivo específico 3 mostró que el procesamiento de información y la instrucción en topografía se movieron en conjunto y en niveles predominantes de alto desempeño, con una relación positiva fuerte y significativa. La convergencia con estudios comparativos y con la experiencia institucional indicó que el valor de la aerofotogrametría no descansó solo en “capturar” datos, sino en procesarlos con rigor para generar productos verificables. La ligera presencia del estrato medio se interpretó como brechas puntuales de consolidación práctica, mientras que el caso bajo aislado ilustró la dependencia crítica del resultado final respecto del control y la verificación en gabinete. Bajo estas premisas, fortalecer la instrucción específicamente en validación, reporte de exactitudes y metadatos pareció un camino eficaz para sostener y ampliar el estándar alto observado en la cohorte.

CONCLUSIONES

En relación al Objetivo General, se concluye que existió relación directa, positiva y estadísticamente significativa entre el empleo de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería. Descriptivamente, el 95.8% del total se concentró en la celda “alto–alto”, sin casos fuera de la diagonal principal, lo que evidenció co-movimiento categórico entre ambas variables. Inferencialmente, la prueba de correlación de Spearman reportó $\rho = 0.872$ con $p = 0.000 (< 0.05; n = 71)$, por lo que, bajo la regla de decisión establecida, se rechazó H_0 y se aceptó la hipótesis alterna. La magnitud de ρ indicó una asociación alta; no obstante, la fuerte concentración en “alto” sugirió posible efecto techo y escasa variabilidad en los niveles medio y bajo, recomendándose cautela para extrapolar matices finos. Esta convergencia entre patrón descriptivo e inferencial significó que, donde los cadetes declararon mayor instrucción, también informaron mayor empleo de la tecnología en el contexto de prácticas topográficas. Explicación breve: el fortalecimiento de la instrucción habría favorecido el uso competente de la fotogrametría, y el uso recurrente, a su vez, habría reforzado aprendizajes aplicados, consolidando una relación de refuerzo mutuo observable en la diagonal dominante.

En relación al Objetivo Específico 1, se concluye que existió relación directa, positiva y significativa entre la planificación operativa de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía. En el plano descriptivo, el 94.4% del total se ubicó en “planificación alta – instrucción alta”, con un reducido 4.2% en el nivel medio y solo 1.4% en “bajo–bajo”, sin combinaciones fuera de la diagonal, lo que reveló consistencia entre capacidad de planificar (diseño de vuelo, cobertura, solapes, GCP) y formación declarada. En el análisis inferencial, la correlación de Spearman resultó $\rho = 0.819$ con $p = 0.000 (< 0.05; n = 71)$, decisión que condujo al rechazo de H_0 y a la aceptación de la hipótesis alterna, con una fuerza de asociación alta. La distribución sesgada hacia “alto” sugirió posible efecto techo y recomienda ampliar escenarios de evaluación para capturar matices intermedios. En síntesis, la evidencia mostró que planificar bien estuvo estrechamente vinculado a estar bien instruido; explicación breve: la instrucción habría proporcionado los criterios y protocolos que habilitaron planes de misión robustos, y la práctica planificada habría consolidado aprendizajes operativos.

En relación al Objetivo Específico 2, se concluye que existió relación directa, positiva y significativa entre la captura de datos y la instrucción en topografía. Descriptivamente, el 91.5% del total se concentró en “captura alta – instrucción alta”, con cinco casos en captura media (tres con instrucción alta y dos con instrucción media) y un caso “bajo–bajo”; no se observaron combinaciones de alta captura con instrucción baja, ni de baja captura con instrucción alta. Inferencialmente, la correlación de Spearman fue $\rho = 0.894$ con $p = 0.000$ (< 0.05 ; $n = 71$), lo que implicó rechazar H_0 y aceptar la hipótesis alterna, con una fuerza de asociación muy alta. La pequeña desviación en el estrato medio sugiere procesos de consolidación práctica aún en curso (por ejemplo, solapes, GSD, control de cámara o establecimiento de GCP), sin afectar la tendencia principal. En conclusión, un mayor dominio de procedimientos de captura caminó de la mano con mayor instrucción declarada. Explicación breve: la captura correcta dependió de decisiones técnicas aprendidas; donde la instrucción fue sólida, la ejecución de la toma se tradujo en material fotográfico idóneo para la triangulación y la ortorrectificación.

En relación al Objetivo Específico 3, se concluye que existió relación directa, positiva y significativa entre el procesamiento de información y la instrucción en topografía. En el análisis descriptivo, el 94.4% del total se ubicó en “procesamiento alto – instrucción alta”, con tres casos en el nivel medio (dos “medio–medio” y uno “medio–alto”) y un caso “bajo–bajo”, sin frecuencias en celdas de disonancia. En el análisis inferencial, la prueba de Spearman arrojó $\rho = 0.877$ con $p = 0.000$ (< 0.05 ; $n = 71$), decisión que llevó al rechazo de H_0 y a la aceptación de la hipótesis alterna, confirmando una asociación alta. La concentración en “alto” sugiere posible efecto techo y aconseja diversificar situaciones de evaluación (control independiente, reporte de RMSE, metadatos) para captar diferencias más finas. En conjunto, la evidencia indicó que quienes dominaron la orientación, densificación, ortorrectificación, mosaico y verificación posicional fueron los mismos que reportaron instrucción robusta. Explicación breve: el procesamiento riguroso requirió fundamentos metodológicos sólidos; al aumentar la instrucción, aumentó la capacidad de transformar datos en productos cartográficos verificables.

RECOMENDACIONES

En relación a la conclusión del Objetivo General, que el Señor General de Brigada Director de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB” disponga en la institucionalización de un Programa de Fotogrametría Aérea orientado a la instrucción topográfica de artillería, se recomendó formalizar doctrina, currículo y evaluación por competencias desde segundo hasta cuarto año. Se propuso habilitar un laboratorio geomático con VANT RTK/PPK, estación base-rover GNSS, dianas de control, servidores de almacenamiento y licencias/alternativas abiertas para procesamiento, acompañado de un plan de mantenimiento y reposición. Asimismo, se planteó certificar instructores, establecer convenios técnicos y un sistema de gobernanza de datos con metadatos, resguardo y trazabilidad. Se estimó pertinente aprobar SOP de planificación, captura y procesamiento con umbrales de calidad (GSD, solapes, número/distribución de GCP y CP, RMSE metas) y un tablero de control con indicadores: misiones planificadas, tiempo de ciclo, exactitud alcanzada y uso de resultados en decisiones de instrucción. Finalmente, se sugirió un plan piloto semestral en polígonos de instrucción, con lecciones aprendidas, auditorías internas y escalamiento progresivo hacia ejercicios combinados con otras armas, garantizando seguridad operacional y cumplimiento normativo.

En relación a la conclusión del Objetivo Específico 1, que el Señor General de Brigada Director priorizara la estandarización de la planificación operativa, se recomendó aprobar un “Plan de Misión Único Artillero” con plantillas y listas de verificación pre/misión/post que fijaran GSD objetivo por tipo de terreno, solapes mínimos, altura y velocidad de crucero, cantidad y distribución de GCP por hectárea y ubicación de puntos de chequeo. Se propuso incorporar un módulo de análisis de riesgo, NOTAM y restricciones de espacio aéreo, roles definidos (piloto al mando y observadores), criterios meteorológicos de go/no-go y simulación previa con software de planeamiento. Se sugirió evaluar la planificación mediante rúbricas que integraran cobertura prevista vs. lograda, densidad de puntos esperada y logística de campo, con “after action reviews” obligatorios y repositorio de planes para reaprovechar escenarios. Adicionalmente, se recomendó entrenar en estimación de tiempos y recursos, integración de cartas y modelos digitales para rutas, y coordinación con seguridad y sanidad, asegurando que toda misión iniciara con objetivos, métricas de calidad y productos esperados claramente documentados.

En relación a la conclusión del Objetivo Específico 2, que el Señor General de Brigada Director consolidara la captura de datos como competencia operacional crítica, se recomendó emitir una “Guía de Captura” con parámetros de cámara por condición de luz, velocidad de obturación mínima, intervalos de disparo, formato RAW/JPEG, control de foco, y protocolos para mitigar obturador rodante y trepidación. Se propuso estandarizar velocidades y alturas por misión, registrar telemetría y checklists de nitidez y solape en tiempo real, y adoptar RTK/PPK como norma, reduciendo dependencia de numerosos GCP sin prescindir de CP independientes. Se planteó exigir distribución periférica y homogénea de GCP/CP, uso de paños de calibración, nomenclatura de archivos y bitácoras digitales. Se recomendó entrenar roles de tripulación, reacondicionar repuestos críticos, baterías y comunicaciones, y calendarizar prácticas escalonadas de complejidad creciente (urbano, vegetación, laderas). Finalmente, se sugirió un sistema de puertas de calidad: solo pasar a procesamiento cuando la evidencia de captura (histograma, nitidez, solapes, cobertura crítica) y la documentación de campo cumplieran umbrales definidos y firmados por el responsable de misión.

En relación a la conclusión del Objetivo Específico 3, que el Señor General de Brigada Director fortaleciera el procesamiento de información como eje de transformación de datos en productos verificables, se recomendó dotar estaciones de trabajo con GPU, almacenamiento seguro y licencias/alternativas abiertas para flujos SfM-MVS, además de aprobar un “Procedimiento Normalizado de Procesamiento” con pasos, parámetros y criterios de aceptación. Se propuso exigir control posicional independiente con CP, reporte de RMSE en XY/Z, análisis de residuos y comunicado de incertidumbres, junto con metadatos completos y resguardo en repositorio institucional. Se sugirió instaurar una plantilla de “Informe Técnico Artillero de Ortoimagen y Modelos” con trazabilidad, versiones y anexos de verificación, y un sistema de revisión por pares para auditorías internas. Se planteó capacitar en optimización de nubes, filtrado, mosaico y balance radiométrico, más cruces con datos terrestres para validación. Finalmente, se recomendó programar ejercicios multitemporales para control de cambios, definir tiempos estándar de proceso, indicadores de desempeño y certificaciones por niveles, asegurando que cada producto habilitara decisiones tácticas y académicas con calidad demostrada.

REFERENCIAS

- Abdel-Aziz, Y., & Karara, H. (1971). *Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry*. <https://www.asprs.org/a/publications/pers/2015journals/PE%26RS%20February%202015/HTML/files/assets/common/downloads/page0021.pdf>
- Agüera-Vega, F., Carvajal-Ramírez, F., & Martínez-Carricondo, P. (2017). Assessment of photogrammetric mapping accuracy based on variation of ground control points number using unmanned aerial vehicle. *Measurement*, 98, 221-227. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2016.12.002>
- American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. (2014). *ASPRS Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data*. https://www.asprs.org/wp-content/uploads/2015/01/ASPRS_Positional_Accuracy_Standards_Edition1_V1.0.pdf
- American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. (2023). *ASPRS Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data — Edition 2*. https://www.asprs.org/wp-content/uploads/2023/12/ASPRS_Positional_Accuracy_Standards_Edition2.pdf
- Bernal Alvarado, J. (2020). *Aplicación de la fotogrametría aérea para efectuar levantamientos topográficos y levantamiento de la Línea de Creciente Ordinaria (LCO) en inmediaciones de la ciudad de Iquitos*. La Punta: Escuela Superior de Guerra Naval, Escuela de Post Grado. /mnt/data/T20-Bernal.pdf
- Brown, D. (1971). Close-Range Camera Calibration. *Photogrammetric Engineering*, 37(8), 855-866. <https://vigir.missouri.edu/Images/Caltech-Toolbox/papers/Brown71.pdf>
- California Department of Transportation. (2012). *Caltrans Surveys Manual, Chapter 12: Construction Surveys*. <https://dot.ca.gov/-/media/dot-media/programs/right-of-way/documents/ls-manual/12-surveys-a11y.pdf>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (01 de 12 de 2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos por Fenómenos Naturales (V.2)*.

<https://www.gob.pe/institucion/cenepred/informes-publicaciones/1867442-manual-para-la-evaluacion-de-riesgos-por-fenomenos-naturales-v-2>

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

Colomina, I., & Molina, P. (2014). Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 92, 79-97. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2014.02.013>

Cristóbal Robles, C. (2023). *Aplicación de la fotogrametría con drones para movimiento de tierras en las unidades Atacocha y El Porvenir de la Compañía Nexa Resources*. Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3514>

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>

Cuque Castañeda, J. (2020). *Determinación del grado de precisión de un levantamiento fotogramétrico respecto a un procedimiento topográfico con teodolito para la medición de terrenos y otras aplicaciones*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. /mnt/data/08_4440_C.pdf

European Union Aviation Safety Agency. (2023). *AMC/GM to Part-UAS — Unmanned Aircraft Systems (UAS)*. <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/acceptable-means-of-compliance-amc-and-guidance-material-gm/annex-part-uas-regulation>

Federal Geographic Data Committee. (1998). *Content Standard for Digital Geospatial Metadata (CSDGM)*. https://www.fgdc.gov/standards/projects/FGDC-standards-projects/metadata/old-meta/csdgm_0501.pdf

Ferrer-González, E., Carvajal-Ramírez, F., Martínez-Carricondo, P., Mesas-Carrascosa, F., García-Ferrer, A., & Pérez-Porras, F. (2020). UAV Photogrammetry Accuracy Assessment for Corridor Mapping Based on the Number and Distribution of Ground Control Points. *Remote Sensing*, 12(15), 2447. <https://doi.org/10.3390/rs12152447>

Guzman Ayala, R., & Guzman Cabanillas, R. (2022). *Empleo de la fotogrametría aérea y los trabajos topográficos de los cadetes de cuarto año de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi” 2022*. Lima: Escuela Militar de

Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”. /mnt/data/2022_GUZMAN AYALA - GUZMAN CABANILLAS.pdf

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>

Instituto Geográfico Nacional del Perú. (01 de 12 de 2024). *Norma Técnica Geodésica: Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global*. <https://app8.ign.gob.pe/GestionDocumental/Documento.aspx?id=2634>

International Federation of Surveyors (FIG). (2022). *About Surveying — What is a surveyor?* <https://fig.net/resources/surveyingprofession/surveyor/>

International Organization for Standardization. (2013). *ISO 19157:2013 Geographic information — Data quality*. <https://www.iso.org/standard/32575.html>

International Organization for Standardization. (2014). *ISO 19115-1:2014 Geographic information — Metadata — Part 1: Fundamentals*. <https://www.iso.org/standard/53798.html>

International Organization for Standardization. (2019). *ISO 19111:2019 Geographic information — Referencing by coordinates*. <https://www.iso.org/standard/74039.html>

James, M., & Robson, S. (2014). Mitigating systematic error in topographic models derived from UAV photogrammetry: The influence of flight patterns and camera self-calibration. *Earth Surface Processes and Landforms*, 39(10), 1413-1420. <https://doi.org/10.1002/esp.3609>

Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems. (2019). *JARUS Guidelines on Specific Operations Risk Assessment (SORA) — Edition 2.0*. https://jarus-rpas.org/sites/jarus-rpas.org/files/documents/jar_doc_06_jarus_sora_v2.0.pdf

- 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>
- 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
- 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/>
- 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
- Martínez Macancela, J., & Bermeo Cabrera, V. (2023). *Análisis comparativo de precisión y eficiencia de tecnologías topográficas para levantamientos: fotogrametría y LIDAR aerotransportado con dron y receptor GNSS (modo RTK), aplicado al parque El Paraíso de la ciudad de Cuenca*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/26953/4/UPS-CT011168.pdf>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (28 de 12 de 2015). *NTC-001-2015: Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS)*. <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/321488-ntc-001-2015-requisitos-para-las-operaciones-de-sistemas-de-aeronaves-pilotadas-a-distancia>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (13 de 11 de 2019). *Ley N.º 30740 - Ley que regula el uso y las operaciones de los Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS)*. <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/355491-30740-ley-que-regula-el-uso-y-las-operaciones-de-los-sistemas-de-aeronaves-pilotadas-a-distancia-rpas>
- National Geodetic Survey (NOAA). (2017). *Geospatial Positioning Accuracy Standards, Part 3: National Standard for Spatial Data Accuracy (NSSDA)*. https://geodesy.noaa.gov/PUBS_LIB/GeospatialPosStand/

- 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
- Palacios, J. J., Romero, H. E., & Ñaupas, H. (2016). *Metodología de la Investigación Jurídica*. Lima: Grijley.
- Romero Romani, V. (2022). *Fotogrametría mediante triangulación aérea para el levantamiento topográfico de redes eléctricas en reemplazo del método tradicional*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/8501>
- Salas Rojas, J. (2022). *Análisis comparativo sobre levantamientos topográficos mediante drones respecto a levantamientos topográficos convencionales*. Neiva: Universidad Cooperativa de Colombia. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/48341>
- 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>
- Soto Noa, E., & Sanchez Rosario, R. (2025). *Fotogrametría con VANT RTK para capturar detalles topográficos precisos mediante el software Pix4Dmapper para mejorar la calidad constructiva de la renovación del puente Pomallucay en la región de Áncash*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <http://hdl.handle.net/10757/685758>
- 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>
- Triggs, B., McLauchlan, P., Hartley, R., & Fitzgibbon, A. (2000). Bundle Adjustment — A Modern Synthesis. En *Vision Algorithms: Theory and Practice*. Berlin: Springer. https://doi.org/10.1007/3-540-44480-7_21
- U.S. Army Corps of Engineers. (01 de 03 de 2012). *Survey Markers and Monumentation (EM 1110-1-1002)*.

https://www.publications.usace.army.mil/portals/76/publications/engineermanuals/em_1110-1-1002.pdf

U.S. Army Corps of Engineers. (2018). *Engineering and Design: Structural Deformation Surveying* (EM 1110-2-1009).
https://www.publications.usace.army.mil/portals/76/publications/engineermanuals/em_1110-2-1009.pdf

U.S. Geological Survey. (2014). *Standards for National Geospatial Program Orthoimagery*.
<https://pubs.usgs.gov/tm/11b07/pdf/tm11-B7.pdf>

U.S. Geological Survey. (2019). *Lidar Base Specification (Version 2.1)*.
<https://pubs.usgs.gov/tm/11b4/pdf/tm11-B4.pdf>

Westoby, M., Brasington, J., Glasser, N., Hambrey, M., & Reynolds, J. (2012). 'Structure-from-Motion' photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications. *Geomorphology*, 179-180, 300-314. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.08.021>

Yamasqui Sarmiento, J. (2022). *Evaluación y valoración de levantamientos topográficos mediante aerofotogrametría y métodos tradicionales, utilizando estación total o GPS diferencial*. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo.
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/9089/1/TESIS-CORREGIDA.pdf>

Yumbla Verdugo, J., & Chabla Mocha, J. (2024). *Análisis comparativo entre levantamientos topográficos con estación total y vehículos aéreos no tripulados (UAVS) en los Andes del sur del Ecuador*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/28270/1/UPS-CT011488.pdf>

Anexos

Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: EMPLEO DE LA FOTOGRAMETRÍA AÉREA Y LA INSTRUCCIÓN EN TOPOGRAFÍA DE LOS CADETES DE ARTILLERÍA DE LA ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS “CFB”, 2025.

| PROBLEMAS | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | METODOLOGÍA |
|---|---|---|--|---|---|--|
| <p>Problema General</p> <p>¿Cuál es la relación que existe entre el empleo de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025?</p> <p>Problema Especifico 1</p> <p>¿Cuál es la relación que existe entre la planificación operativa de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025?</p> <p>Problema Especifico 2</p> <p>¿Cuál es la relación que existe entre la captura de datos de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025?</p> <p>Problema Especifico 3</p> <p>¿Cuál es la relación que existe entre el procesamiento de información de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025?</p> | <p>Objetivo General</p> <p>Determinar la relación que existe entre el empleo de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.</p> <p>Objetivo Especifico 1</p> <p>Determinar la relación que existe entre la planificación operativa de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.</p> <p>Objetivo Especifico 2</p> <p>Determinar la relación que existe entre la captura de datos de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.</p> <p>Objetivo Especifico 3</p> <p>Determinar la relación que existe entre el procesamiento de información de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.</p> | <p>Hipótesis General</p> <p>Existe relación directa y significativa entre el empleo de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.</p> <p>Hipótesis Especifico 1</p> <p>Existe relación directa y significativa entre la planificación operativa de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.</p> <p>Hipótesis Especifico 2</p> <p>Existe relación directa y significativa entre la captura de datos de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.</p> <p>Hipótesis Especifico 3</p> <p>Existe relación directa y significativa entre el procesamiento de información de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los cadetes de artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, 2025.</p> | <p>Variable 1</p> <p>Empleo de la fotogrametría aérea</p> <p>Variable 2</p> <p>Instrucción en topografía</p> | <p>Planificación operativa</p> <p>Captura de datos</p> <p>Procesamiento de información</p> <p>Levantamiento de campo</p> <p>Procesamiento de datos</p> <p>Aplicación práctica</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Diseño de vuelo • Selección de equipo • Definición de escala • Determinación de cobertura <ul style="list-style-type: none"> • Configuración de cámara • Control de superposición • Establecimiento de puntos • Verificación de calidad <ul style="list-style-type: none"> • Generación de ortofoto • Creación de modelo • Aplicación de software • Evaluación de precisión <ul style="list-style-type: none"> • Medición de distancias • Registro de ángulos • Ubicación de puntos • Observación de detalles <ul style="list-style-type: none"> • Cálculo de coordenadas • Corrección de errores • Generación de planos • Interpretación de resultados <ul style="list-style-type: none"> • Replanteo de obras • Control de deformaciones • Monitoreo de estructuras • Supervisión de proyectos | <p>Enfoque de investigación</p> <p>Cuantitativo</p> <p>Tipo de investigación</p> <p>Básico</p> <p>Método de investigación</p> <p>Hipotético-Deductivo</p> <p>Nivel de investigación</p> <p>Descriptivo-Correlacional</p> <p>Diseño de investigación</p> <p>No experimental transversal</p> <p>Técnica</p> <p>Encuesta</p> <p>Instrumentos</p> <p>Cuestionario</p> <p>Población</p> <p>87 cadetes de artillería</p> <p>Muestra</p> <p>71 cadetes de artillería</p> <p>Métodos de Análisis de Datos</p> <p>Estadística Según la prueba de normalidad</p> |

Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

EMPLEO DE LA FOTOGRAMETRÍA AÉREA Y LA INSTRUCCIÓN EN TOPOGRAFÍA DE LOS CADETES DE ARTILLERÍA DE LA ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS “CFB”, 2025

OBJETIVO: Determinar la relación que existe entre el empleo de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía 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 |

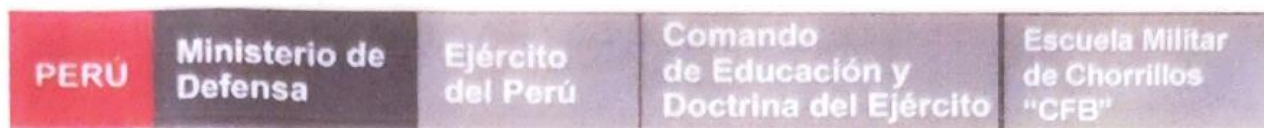
| ÍTEM | VARIABLE 1: EMPLEO DE LA FOTOGRAMETRÍA AÉREA | VALORACIÓN | | | | |
|-------------|---|------------|----------|----------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Nro. | Dimensión 1: Planificación operativa | | | | | |
| | Indicador 1: Diseño de vuelo | | | | | |
| 1 | ¿Considera necesario recibir instrucción sobre el diseño de vuelo en fotogrametría aérea? | | | | | |
| 2 | ¿Cree importante dominar el diseño de vuelo para mejorar la instrucción en topografía? | | | | | |
| | Indicador 2: Selección de equipo | | | | | |
| 3 | ¿Estima importante conocer sobre la selección de equipos para fotogrametría aérea? | | | | | |
| 4 | ¿Percibe que elegir adecuadamente el equipo impactaría en la calidad del trabajo topográfico? | | | | | |
| | Indicador 3: Definición de escala | | | | | |
| 5 | ¿Considera indispensable comprender la definición de escalas en proyectos de fotogrametría? | | | | | |
| 6 | ¿Cree que definir correctamente la escala permitiría resultados topográficos más precisos? | | | | | |
| | Indicador 4: Determinación de cobertura | | | | | |
| 7 | ¿Cree importante dominar la determinación de cobertura en un levantamiento fotogramétrico? | | | | | |
| 8 | ¿Considera que calcular correctamente la cobertura mejora la eficacia topográfica? | | | | | |
| Nro. | Dimensión 2: Captura de datos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | Indicador 1: Configuración de cámara | | | | | |
| 9 | ¿Considera necesario aprender la configuración de cámaras para fotogrametría aérea? | | | | | |

| | | | | | | |
|-------------|---|-------------------|----------|----------|----------|----------|
| 10 | ¿Percibe que una correcta configuración de cámara influye en la calidad de los datos recolectados? | | | | | |
| | Indicador 2: Control de superposición | | | | | |
| 11 | ¿Cree importante conocer el control de superposición en capturas fotogramétricas? | | | | | |
| 12 | ¿Considera que un adecuado control de superposición evitaría errores en el levantamiento topográfico? | | | | | |
| | Indicador 3: Establecimiento de puntos | | | | | |
| 13 | ¿Considera relevante instruirse en el establecimiento de puntos de control terrestre? | | | | | |
| 14 | ¿Cree que dominar el establecimiento de puntos garantiza mayor precisión en topografía? | | | | | |
| | Indicador 4: Verificación de calidad | | | | | |
| 15 | ¿Considera esencial verificar la calidad de las imágenes capturadas en fotogrametría? | | | | | |
| 16 | ¿Percibe que la verificación de calidad optimizaría los resultados de instrucción en topografía? | | | | | |
| Nro. | Dimensión 3: Procesamiento de información | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | Indicador 1: Generación de ortofoto | | | | | |
| 17 | ¿Cree importante aprender la generación de ortofotos en el contexto de trabajos topográficos? | | | | | |
| 18 | ¿Considera que una ortofoto precisa beneficiaría las labores de levantamiento topográfico? | | | | | |
| | Indicador 2: Creación de modelo | | | | | |
| 19 | ¿Considera necesario instruirse en la creación de modelos tridimensionales a partir de imágenes aéreas? | | | | | |
| 20 | ¿Percibe que contar con modelos digitales mejoraría la interpretación topográfica? | | | | | |
| | Indicador 3: Aplicación de software | | | | | |
| 21 | ¿Cree indispensable dominar software especializado en fotogrametría para las prácticas de artillería? | | | | | |
| 22 | ¿Considera que usar programas de fotogrametría optimizaría los resultados topográficos? | | | | | |
| | Indicador 4: Evaluación de precisión | | | | | |
| 23 | ¿Considera fundamental aprender métodos de evaluación de precisión en fotogrametría? | | | | | |
| 24 | ¿Cree que una buena evaluación de precisión garantiza resultados fiables en topografía? | | | | | |
| ÍTEM | VARIABLE 2: INSTRUCCIÓN EN TOPOGRAFÍA | VALORACIÓN | | | | |
| Nro. | Dimensión 1: Levantamiento de campo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | Indicador 1: Medición de distancias | | | | | |
| 25 | ¿Considera que realizar mediciones precisas de distancia es esencial en la instrucción en topografía? | | | | | |

| | | | | | | |
|-------------|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| 26 | ¿Percibe que mejorar la medición de distancias fortalecería la calidad de los levantamientos? | | | | | |
| | Indicador 2: Registro de ángulos | | | | | |
| 27 | ¿Cree importante registrar correctamente los ángulos en un levantamiento topográfico? | | | | | |
| 28 | ¿Considera que dominar el registro de ángulos incrementaría la exactitud de los planos? | | | | | |
| | Indicador 3: Ubicación de puntos | | | | | |
| 29 | ¿Considera esencial ubicar correctamente los puntos de referencia en los levantamientos? | | | | | |
| 30 | ¿Percibe que una adecuada ubicación de puntos influye en la calidad del levantamiento? | | | | | |
| | Indicador 4: Observación de detalles | | | | | |
| 31 | ¿Cree necesario observar minuciosamente los detalles del terreno durante la instrucción en topografía? | | | | | |
| 32 | ¿Considera que la observación precisa de detalles mejoraría el trabajo topográfico? | | | | | |
| Nro. | Dimensión 2: Procesamiento de datos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | Indicador 1: Cálculo de coordenadas | | | | | |
| 33 | ¿Considera importante realizar cálculos precisos de coordenadas en la instrucción en topografía? | | | | | |
| 34 | ¿Percibe que errores en el cálculo de coordenadas afectan gravemente los resultados? | | | | | |
| | Indicador 2: Corrección de errores | | | | | |
| 35 | ¿Cree necesario conocer técnicas de corrección de errores en levantamientos topográficos? | | | | | |
| 36 | ¿Considera que identificar y corregir errores garantiza mejores productos topográficos? | | | | | |
| | Indicador 3: Generación de planos | | | | | |
| 37 | ¿Percibe importante generar correctamente planos a partir de datos recolectados en campo? | | | | | |
| 38 | ¿Cree que la generación adecuada de planos facilita la interpretación de la información topográfica? | | | | | |
| | Indicador 4: Interpretación de resultados | | | | | |
| 39 | ¿Considera necesario interpretar adecuadamente los resultados obtenidos de las mediciones topográficas? | | | | | |
| 40 | ¿Cree que una buena interpretación de resultados facilita la toma de decisiones en proyectos? | | | | | |
| Nro. | Dimensión 3: Aplicación práctica | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | Indicador 1: Replanteo de obras | | | | | |
| 41 | ¿Considera importante saber realizar el replanteo de obras a partir de planos topográficos? | | | | | |
| 42 | ¿Cree que dominar el replanteo optimizaría la ejecución de proyectos de infraestructura? | | | | | |

| | | | | | | |
|----|---|--|--|--|--|--|
| | Indicador 2: Control de deformaciones | | | | | |
| 43 | ¿Cree necesario aprender técnicas de control de deformaciones en estructuras? | | | | | |
| 44 | ¿Considera que aplicar control de deformaciones previene daños en las obras? | | | | | |
| | Indicador 3: Monitoreo de estructuras | | | | | |
| 45 | ¿Percibe importante realizar monitoreo topográfico de estructuras en la práctica profesional? | | | | | |
| 46 | ¿Cree que el monitoreo continuo de estructuras asegura mayor durabilidad en obras? | | | | | |
| | Indicador 4: Supervisión de proyectos | | | | | |
| 47 | ¿Considera relevante adquirir conocimientos para supervisar proyectos usando técnicas topográficas? | | | | | |
| 48 | ¿Cree que supervisar proyectos con base topográfica garantizaría mayor calidad constructiva? | | | | | |

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, CORAL GÓMEZ Hanz Piero y FERNANDINI MELGAREJO Mayker Fabián, están autorizados para aplicar la encuesta a la muestra/población (Cadetes de la EMCH) para obtener información para el desarrollo de la tesis titulada:

"Empleo de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía 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: Empleo de la fotogrametría aérea | D1: Planificación operativa | D2: Captura de datos | D3: Procesamiento de información | V2: Instrucción en topografía | D1: Levantamiento de campo | D2: Procesamiento de datos | D3: Aplicación práctica |
|----------|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| n | V1 | V1-D1 | V1-D2 | V1-D3 | V2 | V2-D1 | V2-D2 | V2-D3 |
| 1 | 100 | 33 | 33 | 34 | 100 | 33 | 31 | 36 |
| 2 | 115 | 39 | 38 | 38 | 117 | 39 | 39 | 39 |
| 3 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 4 | 116 | 38 | 39 | 39 | 117 | 39 | 38 | 40 |
| 5 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 6 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 7 | 117 | 40 | 40 | 37 | 111 | 37 | 37 | 37 |
| 8 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 9 | 94 | 31 | 31 | 32 | 90 | 31 | 31 | 28 |
| 10 | 107 | 33 | 38 | 36 | 118 | 38 | 40 | 40 |
| 11 | 105 | 35 | 36 | 34 | 99 | 39 | 30 | 30 |
| 12 | 106 | 34 | 34 | 38 | 100 | 34 | 32 | 34 |
| 13 | 111 | 36 | 36 | 39 | 114 | 40 | 37 | 37 |
| 14 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 15 | 106 | 36 | 35 | 35 | 100 | 35 | 35 | 30 |
| 16 | 112 | 40 | 36 | 36 | 95 | 36 | 30 | 29 |
| 17 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 18 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 19 | 119 | 40 | 40 | 39 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 20 | 96 | 29 | 34 | 33 | 101 | 36 | 34 | 31 |
| 21 | 108 | 33 | 37 | 38 | 107 | 35 | 36 | 36 |
| 22 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 23 | 71 | 24 | 24 | 23 | 72 | 24 | 24 | 24 |
| 24 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 25 | 96 | 32 | 32 | 32 | 95 | 32 | 32 | 31 |
| 26 | 97 | 33 | 32 | 32 | 96 | 32 | 32 | 32 |
| 27 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 28 | 114 | 38 | 38 | 38 | 115 | 37 | 39 | 39 |
| 29 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 30 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 31 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 32 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 33 | 107 | 36 | 34 | 37 | 112 | 35 | 37 | 40 |
| 34 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 35 | 112 | 37 | 37 | 38 | 103 | 34 | 34 | 35 |
| 36 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 37 | 119 | 39 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 38 | 93 | 31 | 30 | 32 | 95 | 34 | 32 | 29 |

| | | | | | | | | |
|-----------|-----|----|----|----|-----|----|----|----|
| 39 | 49 | 14 | 18 | 17 | 54 | 17 | 18 | 19 |
| 40 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 41 | 119 | 40 | 40 | 39 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 42 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 43 | 70 | 24 | 24 | 22 | 65 | 26 | 21 | 18 |
| 44 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 45 | 120 | 40 | 40 | 40 | 108 | 40 | 33 | 35 |
| 46 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 47 | 119 | 39 | 40 | 40 | 115 | 39 | 36 | 40 |
| 48 | 112 | 36 | 38 | 38 | 118 | 38 | 40 | 40 |
| 49 | 100 | 32 | 35 | 33 | 100 | 32 | 32 | 36 |
| 50 | 110 | 36 | 37 | 37 | 114 | 40 | 34 | 40 |
| 51 | 90 | 33 | 28 | 29 | 95 | 29 | 35 | 31 |
| 52 | 95 | 31 | 32 | 32 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 53 | 117 | 37 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 54 | 113 | 36 | 38 | 39 | 118 | 39 | 40 | 39 |
| 55 | 119 | 39 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 56 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 57 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 58 | 103 | 35 | 33 | 35 | 101 | 32 | 35 | 34 |
| 59 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 60 | 94 | 31 | 31 | 32 | 92 | 31 | 31 | 30 |
| 61 | 107 | 36 | 34 | 37 | 111 | 35 | 37 | 39 |
| 62 | 108 | 33 | 37 | 38 | 107 | 35 | 36 | 36 |
| 63 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 64 | 96 | 32 | 32 | 32 | 96 | 32 | 32 | 32 |
| 65 | 120 | 40 | 40 | 40 | 119 | 40 | 40 | 39 |
| 66 | 120 | 40 | 40 | 40 | 119 | 40 | 40 | 39 |
| 67 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 68 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 69 | 120 | 40 | 40 | 40 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 70 | 119 | 40 | 40 | 39 | 120 | 40 | 40 | 40 |
| 71 | 93 | 31 | 30 | 32 | 98 | 34 | 32 | 32 |

Anexo 6. Propuesta de mejora

En relación a la Objetivo General, se propuso convertir la recomendación en un programa institucional con ruta crítica trianual, presupuesto plurianual y un modelo de madurez que hiciera visible el progreso desde adopción básica hasta operación avanzada. La mejora contempló una oficina de coordinación geomática con RACI definido, banco de misiones pedagógicas por semestre y un portafolio de casos de uso articulados a cursos de topografía, cartografía y táctica. Se planteó un ecosistema tecnológico híbrido con laboratorio de VANT RTK/PPK, estación GNSS base-rover y clúster de procesamiento con colas de trabajos priorizadas, repositorio con control de versiones y metadatos, y tablero de indicadores que midiera misiones planificadas, ejecutadas y aceptadas por calidad, tiempos de ciclo, exactitud XY/Z y reutilización didáctica de productos. La propuesta incluyó un programa de certificación por niveles para cadetes e instructores, convenios con entidades públicas y ejercicios conjuntos con otras armas para escenarios realistas. Se incorporaron auditorías internas, lecciones aprendidas y un registro de incidentes para retroalimentar SOP y currículos. Finalmente, se establecieron licencias cruzadas entre escuelas y un catálogo de contenidos abiertos para garantizar continuidad formativa, resiliencia ante rotación de personal y trazabilidad de decisiones académicas y operativas.

En relación a la Objetivo Específico 1, la mejora se centró en operacionalizar el “Plan de Misión Único Artillero” mediante un configurador digital que generara automáticamente perfiles de vuelo, GSD objetivo, solapes y número/distribución de GCP/CP según tipo de terreno, extensión y altitud, incluyendo verificación de NOTAM, restricciones de espacio aéreo y meteorología con umbrales de go/no-go. Se propuso un simulador previo de rutas con cálculo de combustible, reservas y ventanas de iluminación, y un módulo de análisis de riesgo que estimara probabilidad/impacto y asignara mitigaciones por rol. La evaluación de la planificación adoptó rúbricas con evidencia objetiva: cobertura prevista vs. lograda, densidad de puntos esperada, tiempos, consumo y logística. Se integró una biblioteca de planes validados y “plantillas vivas” que evolucionaran tras cada debriefing. Para el fortalecimiento de competencias, se plantearon microciclos de entrenamiento con escenarios crecientes (urbano, vegetación densa, laderas, corredor) y rotación de funciones de tripulación para asegurar redundancia. La gobernanza definió revisiones de misión por pares antes del despliegue, autorización por el responsable de seguridad y una bitácora digital con firmas electrónicas para asegurar trazabilidad y cumplimiento.

En relación a la Objetivo Específico 2, la propuesta de mejora consolidó una “línea de producción de captura” con listas de verificación en tiempo real, telemetría integrada y puertas de calidad que bloquearan el avance si nitidez, histograma, solapes y cobertura crítica no alcanzaban umbrales. Se habilitó un banco de parámetros de cámara por condición de luz y textura, perfiles anti trepidación y protocolos para mitigar obturador rodante, junto con rutinas de calibración periódica y paños de verificación. Se institucionalizó el uso de RTK/PPK con registro automático de estados de solución y alertas por degradación de precisión, manteniendo CP independientes para verificación. La distribución periférica y homogénea de GCP/CP se apoyó con un asistente cartográfico que optimizara posiciones dadas restricciones del terreno. Se establecieron prácticas escalonadas con estrés controlado (viento, cambios de luminosidad, superficies homogéneas) y ejercicios de recuperación ante fallas para robustecer la toma de decisiones. La bitácora digital standardizó nomenclaturas, evidencia fotográfica de dianas y notas de campo. Un tablero de captura expuso tasa de repetición de misiones, retrabajos, causas raíz y productividad, alimentando un ciclo Kaizen que ajustara SOP, entrenamiento y mantenimiento preventivo con base en datos.

En relación a la Objetivo Específico 3, la mejora tradujo el “Procedimiento Normalizado de Procesamiento” en una tubería reproducible y versionada que iniciara con validaciones automáticas de integridad, duplicados y metadatos, continuara con orientación, ajuste del haz, densificación, filtrado, ortorrectificación y mosaico, e incluyera control posicional independiente con cálculo de RMSE en XY/Z y comunicación explícita de incertidumbre. Se implementó orquestación por lotes con colas de prioridad, perfiles de hardware optimizados y registros completos para auditoría. Se adoptó un esquema de etiquetado semántico de datasets, políticas de retención y un repositorio institucional con control de versiones y DOIs internos para trazabilidad. La revisión por pares verificó residuos, puntos mal condicionados y consistencia radiométrica, exigiendo reportes estandarizados con mapas de error y anexos de verificación. Se establecieron “datasets canónicos” para pruebas, comparaciones intersoftware y entrenamiento, y se programaron campañas multitemporales para evaluar estabilidad de productos y detectar cambios. Un tablero de desempeño mostró tiempos por etapa, cuellos de botella, consumo de GPU y tasas de aceptación, permitiendo ajustar parámetros y priorizar formación en segmentos críticos como balance radiométrico, filtrado de nubes y documentación conforme a estándares.

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. HURTADO NORIEGA CARLOS | Ejército del Perú | Cuestionario (encuesta) | CAD IV ART FERNANDINI MELGAREJO MAYKER CAD IV ART CORAL GOMEZ HANZ |
| TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: : EMPLEO DE LA FOTOGRAMETRÍA AÉREA Y LAS PRÁCTICAS TOPOGRÁFICAS 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. | | | | | 92 | | |
| 2. Objetividad | Esta expresado en conductas Observables. | | | | | 93 | | |
| 3. Actualización | Está adecuado al avancede la ciencia y la tecnología. | | | | | 94 | | |
| 4. Organizacion | Esta organizado en forma Lógica. | | | | | 93 | | |
| 5. Suficiencia | Comprende aspectos cuantitativos | | | | | 92 | | |
| 6. Intencionalidad | Es adecuado para medir los aspectos de interés | | | | | 93 | | |
| 7. Consistencia | Está basado en aspectos teóricos científicos. | | | | | 94 | | |
| 8. Coherencia | Entre las variables, dimensiones, indicadores e ítems. | | | | | 93 | | |
| 9. Metodología. | La estrategia responde al propósito de la investigación. | | | | | 93 | | |
| 10. Pertinencia | Las dimensiones consideradas permiten evaluar la variable en su conjunto. | | | | | 93 | | |
| TOTAL | | | | | | | | 930 |
| TOTAL (en %) / 10 | | | | | | | | 93.00 |

II. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

93.00

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN

Valoración cuantitativa: 93.00

Valoración cualitativa: excelente

Opinión de aplicabilidad: El instrumento es válido y se puede aplicar.

| LUGAR Y FECHA | DNI | FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE | N° DE TELEFONO |
|-----------------------------|-----------|------------------------------|----------------|
| Chorrillos, 01 Octubre 2025 | 095 87744 | | 998 762 052 |



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. VASYQUEZ MORA EDWIN | Ejército del Perú | Cuestionario (encuesta) | CAD IV ART FERNANDINI MELGAREJO MAYKER CAD IV ART CORAL GOMEZ HANZ |
| TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: : EMPLEO DE LA FOTOGRAMETRÍA AÉREA Y LAS PRÁCTICAS TOPOGRÁFICAS 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. | | | | | 92 | 92 |
| 2. Objetividad | Esta expresado en conductas Observables. | | | | | 92 | 92 |
| 3. Actualización | Está adecuado al avancede la ciencia y la tecnología. | | | | | 92 | 92 |
| 4. Organización | Esta organizado en forma Lógica. | | | | | 93 | 93 |
| 5. Suficiencia | Comprende aspectos cuantitativos | | | | | 92 | 92 |
| 6. Intencionalidad | Es adecuado para medir los aspectos de interés | | | | | 91 | 91 |
| 7. Consistencia | Está basado en aspectos teóricos científicos. | | | | | 92 | 92 |
| 8. Coherencia | Entre las variables, dimensiones, indicadores e ítems. | | | | | 93 | 93 |
| 9. Metodología. | La estrategia responde al propósito de la investigación. | | | | | 92 | 92 |
| 10. Pertinencia | Las dimensiones consideradas permiten evaluar la variable en su conjunto. | | | | | 91 | 91 |
| TOTAL | | | | | | | 920 |
| TOTAL (en %) / 10 | | | | | | | 92.00 |

II. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

92.00

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN

Valoración cuantitativa: 92.00

Valoración cualitativa: Excelente

Opinión de aplicabilidad: El instrumento es válido y se puede aplica.

| LUGAR Y FECHA | DNI | FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE | N° DE TELEFONO |
|-----------------------------|----------|------------------------------|----------------|
| Chorrillos, 01 Octubre 2025 | 43343660 | | 949 675 428. |



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 |
|---|----------------------------------|-------------------------|---|
| Mg. MENESES GUERRERO DAVID OWSALDO | Ejército del Perú | Cuestionario (encuesta) | CAD IV ART FERNANDINI MELGAREJO MAYKER CAD IV ART CORAL GOMEZ HANZ |
| TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: : EMPLEO DE LA FOTOGRAMETRÍA AÉREA Y LAS PRÁCTICAS TOPOGRÁFICAS 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. | | | | | 92 | 92 |
| 2. Objetividad | Esta expresado en conductas Observables. | | | | | 92 | 92 |
| 3. Actualización | Está adecuado al avancede la ciencia y la tecnología. | | | | | 92 | 92 |
| 4. Organizacion | Esta organizado en forma Lógica. | | | | | 93 | 93 |
| 5. Suficiencia | Comprende aspectos cuantitativos | | | | | 92 | 92 |
| 6. Intencionalidad | Es adecuado para medir los aspectos de interés | | | | | 91 | 91 |
| 7. Consistencia | Está basado en aspectos teóricos científicos. | | | | | 92 | 92 |
| 8. Coherencia | Entre las variables, dimensiones, indicadores e ítems. | | | | | 93 | 93 |
| 9. Metodología. | La estrategia responde al propósito de la investigación. | | | | | 92 | 92 |
| 10. Pertinencia | Las dimensiones consideradas permiten evaluar la variable en su conjunto. | | | | | 91 | 91 |
| TOTAL | | | | | | | 920 |
| TOTAL (en %) / 10 | | | | | | | 92.00 |

II. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

92.00

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN

Valoración cuantitativa: 92.00

Valoración cualitativa: Excelente

Opinión de aplicabilidad: el instrumento es válido y se puede aplicar.

| LUGAR Y FECHA | DNI | FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE | N° DE TELEFONO |
|--------------------------------|----------|------------------------------|----------------|
| Chorrillos, 01 Octubre 2025 | 69987744 | | 998762052 |

Anexo 8. Dictamen final asesor Temático (DINVEST)



“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

DICTAMEN FINAL

VISTA LA TESIS:

“Empleo de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los Cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, Lima 2025”,

Presentada por los (las) graduandos (das):

CORAL GÓMEZ, Hanz Piero
FERNANDINI MELGAREJO, Mayker Fabian

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. VÁSQUEZ DAVALOS, Miguel Arturo: Revisor Temático
Dr. GODOY CASO, Juan: 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, 01 de diciembre de 2025

Dr. MIGUEL VASQUEZ DAVALOS
Revisor Temático
DNI: 43295393

Dr. Juan GODOY CASO
DNI 43297741
Revisor metodológico

Anexo 9. Dictamen final de asesor Metodológico (DINVEST)



“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

DICTAMEN FINAL

VISTA LA TESIS:

“Empleo de la fotogrametría aérea y la instrucción en topografía de los Cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos “CFB”, Lima 2025”,

Presentada por los (las) graduandos (das):

CORAL GÓMEZ, Hanz Piero
FERNANDINI MELGAREJO, Mayker Fabian

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. VÁSQUEZ DAVALOS, Miguel Arturo: Revisor Temático
Dr. GODOY CASO, Juan: 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, 01 de
diciembre de
2025

Dr. MIGUEL VASQUEZ DAVALOS
Revisor Temático
DNI: 43295393

Dr. Juan GODOY CASO
DNI 43297741
Revisor metodológico

Anexo 10. Acta de sustentación (DINVEST)

"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 11.20 horas del día 22 de diciembre de 2025, se dio inicio a la sustentación de la Tesis titulada:

Empiezo de la Fotogrametría Aérea y la Instrucción en Topografía de los Cadetes de Artillería de la Escuela Militar de Chorrillos "CEB" 2025

Presentada por:

BACH. CORAL GOMEZ ITOUR PIZZO

BACH. FERNANDO MELGAREJO MAYRER FABIAN

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

Presidente: DR. YATACO VALASQUEL LUIS ANDRÉS

Secretario: Msc. ZEA MELODIAS RODRIGO

Vocal : DR. BALDEON CANCHAN MARITZA ROSARIO

Concluida la sustentación, los miembros del Jurado dictaminaron:

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

OBTENIENDO la nota de: CATORCE (14)

Siendo las 11.20 horas del día 22 de diciembre de 2025, se dio por concluido el presente acto académico, firmando los miembros del Jurado.

DNI: 43329383
PRESIDENTE
DR. Luis Yataco Velasquez

DNI: 29577350
SECRETARIO
Msc. Rodrigo Zea Melodias

DNI: 10696760
VOCAL DR. Baldesion Canchan

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