



Escuela de posgrado

“Fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados en investigación civil forense en obras con áreas de difícil acceso, Lima – 2022”

**Tesis para optar el grado académico de maestro en Ciencia
Criminalística**

Presentado por:

Autor: Huamán Yaranga, Michael Erick

Código Orcid: <https://orcid.org/000-0003-2977-415X>

Asesor: Orellano Benancio, Lizbardo

Código Orcid: <https://orcid.org/000-0002-6804-0223>

Línea de Investigación General
Sociedad y Transformación Digital

Lima, Perú

2023

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01

Yo, HUAMÁN YARANGA MICHAEL ERICK Egresado(a) de la Escuela de Posgrado de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo académico "FOTOGAMETRÍA CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS EN INVESTIGACIÓN CIVIL FORENSE DE OBRAS CON ÁREAS DE DIFÍCIL ACCESO, HUANCAYO - 2022" Asesorado por el docente: Libardo Orellano Benancio Con DNI 09658864 Con ORCID <https://orcid.org/000-0002-6804-0223> tiene un índice de similitud de (15) (QUINCE)% con código oid:14912:230607169, verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

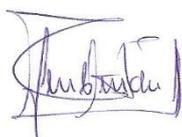
Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



.....
 Firma de autor 1
 MICHAEL ERICK HUAMÁN YARANGA
 DNI: 46855362

.....
 Firma de autor 2
 Nombres y apellidos del Egresado
 DNI:



.....
 Firma
 Nombres y apellidos del Asesor: Lizbardo Orellano Benancio
 DNI: 09658864

Lima, 9 de mayo de 2023

Tesis

FOTOGRAMETRÍA CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS EN INVESTIGACIÓN
CIVIL FORENSE EN OBRAS CON ÁREAS DE DIFÍCIL ACCESO, LIMA – 2022

Línea de investigación general

SOCIEDAD Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

Línea de investigación específica

TÉCNICAS, MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS CRIMINALÍSTICOS

Asesor

ORELLANO BENANCIO LIZBARDO

CÓDIGO ORCID <https://orcid.org/000-0002-6804-0223>

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres: Marina Yaranga Romaní, Cirilo Huamán Palomino; quienes siempre desearon lo mejor, me brindaron su confianza, motivaron e impulsaron mi superación

ÍNDICE GENERAL:

RESUMEN.....	vii
ABSTRAC.....	viii
INTRODUCCIÓN	ix
CAPITULO I: EL PROBLEMA.....	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema.....	4
1.2.1. Problema general	4
1.2.2. Problemas específicos	4
1.3. Objetivos de la investigación.....	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Justificación de la investigación	5
1.4.1. Teórica	5
1.4.2. Metodológica	5
1.4.3. Practica	5
1.5. Limitaciones de la investigación.....	6
1.5.1. Limitaciones de la investigación	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes de la investigación	7
2.2. Bases teóricas.....	10
2.2.1. Definición de la variable 01	10
2.2.2. Definición de la variable 02	15
2.3. Formulación de la hipótesis	17
2.3.1. Hipótesis general	17
2.3.2. Hipótesis específicas	17
2.4. Hipótesis nula	18
2.4.1. Hipótesis nula general	18
2.4.2. Hipótesis nula específicas	18
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....	19
3.1. Método de la investigación.....	19
3.2. Enfoque de la investigación.....	19

3.3.	Tipo de investigación	19
3.4.	Diseño de la investigación	19
3.5.	Población muestra y muestreo	20
3.5.1.	Población	20
3.5.2.	Muestra	20
3.5.3.	Muestreo	20
3.6.	Variables y operacionalización	20
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.7.1.	Técnica	23
3.7.2.	Descripción de instrumentos	23
3.7.3.	Validación	23
3.8.	Procesamiento y análisis de datos	24
3.9.	Aspectos éticos	25
CAPITULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS		26
4.1.	Resultados.....	26
4.1.1.	Análisis descriptivo de los resultados	26
4.1.2.	Prueba de hipótesis	30
4.1.3.	Discusión de resultados	42
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		46
5.1.	Conclusiones.....	46
5.2.	Recomendaciones.....	48
REFERENCIAS		49
Anexo 01: Matriz de consistencia		55
Anexo 02: Instrumentos		57
Anexo 03: Validez del instrumento		59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz Operacionalización	21
Tabla 2. Distribución de la recolección de datos según los ítems de fotogrametría	26
Tabla 3. Distribución de informes periciales según los ítems de investigación forense.....	29
Tabla 4. Asociación entre los ítems de fotogrametría y el tipo de obra civil	31
Tabla 5. Asociación entre los ítems de fotogrametría y el tipo de obra de construcción que se inspeccionó	33
Tabla 6. Asociación entre los ítems de fotogrametría y el tipo de obra hidráulica que se inspeccionó.....	35
Tabla 7. Asociación entre los ítems de fotogrametría y el tipo de obra vial que se inspeccionó	38
Tabla 8. Asociación entre los ítems de fotogrametría y el tipo de obra de estructura que se inspeccionó.	40

RESUMEN

La presente investigación se formuló como problema general ¿Como la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación civil forense en obras con áreas de difícil acceso?, así mismo el objetivo general fue: Determinar como la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación civil forense de obras con áreas de difícil acceso, la hipótesis general fue: La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación civil forense de obras con áreas de difícil acceso.

El método general de investigación fue el científico, el método específico de la investigación fue Inductivo – Deductivo, inductivo porque permite el razonamiento partiendo de un caso particular se eleva a conocimientos generales, y deductivo porque permite utilizar el razonamiento para obtener conclusiones generales para aplicaciones particulares (Pineda E. Alvarado E. ed. Al. 2008). La muestra estuvo constituida por 80 informes periciales donde se realizó trabajos de investigación con áreas de difícil acceso, las cuales son: obras de construcción, obras hidráulicas, obras viales y estructuras.

Se llegó a la conclusión: que la fotogrametría en la investigación civil forense favorece mejorando los tiempos en la recolección de información de indicios y/o evidencias, asimismo se determinó que el 49.40% de las investigaciones civil forense fueron realizadas de manera indirecta debido a que las obras se encontraban en lugares inaccesibles, inseguros o con difícil acceso y estos fueron realizados con la ayuda de un vehículo aéreo no tripulado (DRON), Asimismo la fotogrametría realizada en obras de construcción está asociada con el ángulo de inclinación de la cámara del dron donde la prueba de independencia de variables (Chi-cuadrado) se encontró $p\text{-valor}=0.018 < 0.05$.

Palabras claves: fotogrametría, ingeniería civil forense, vehículos aéreos no tripulados.

ABSTRAC

The present investigation was formulated as a general problem: How does photogrammetry with unmanned aerial vehicles favor civil forensic investigation in works with areas of difficult access? Likewise, the general objective was: Determine how photogrammetry with unmanned aerial vehicles favors investigation civil forensic investigation of works with areas of difficult access, the general hypothesis was: Photogrammetry with unmanned aerial vehicles favors civil forensic investigation of works with areas of difficult access.

The general research method was scientific, the specific research method was Inductive - Deductive, inductive because it allows reasoning based on a particular case to rise to general knowledge, and deductive because it allows reasoning to be used to obtain general conclusions for particular applications. (Pineda E. Alvarado E. ed. Al. 2008). The sample consisted of 80 expert reports where research work was carried out with areas of difficult access, which are: construction works, hydraulic works, road works and structures.

The conclusion was reached: that photogrammetry in forensic civil investigation favors improving the times in the collection of information of indications and/or evidence, highlighting that 49.40% of forensic civil investigations were carried out indirectly because the works were found in inaccessible, insecure or difficult to access places and these were carried out with the help of an unmanned aerial vehicle (DRON). Likewise, the photogrammetry carried out in construction works is associated with the angle of inclination of the drone camera where the test of independence of variables (Chi-square) found $p\text{-value}=0.018<0.05$.

Keywords: photogrammetry, forensic civil engineering, unmanned aerial vehicles.

INTRODUCCIÓN

La fotogrametría es una técnica que nos ayuda a obtener datos numéricos de la superficie de un terreno de una manera sencilla y en menor tiempo, mediante fotografías aéreas con vehículos aéreos no tripulados tales como drones o UAV que son herramientas que nos ayudan a la obtención de estas fotografías de la superficie terrestre, reduciendo costo, tiempo y permitiendo la obtención de datos confiables y comparables con otros instrumentos de medición. (Morales Alvarado Y., 2020), asimismo la ingeniería civil forense tiene como función investigar de manera científica y a través de los avances tecnológicos casos en los que haya evidencia de un delito y donde se haya ocasionado daños. Los avances tecnológicos dentro de la investigación civil forense ayudan a disminuir fallas, dando mayor confiabilidad a los resultados obtenidos de la investigación (Ancón y Araya, 2019).

En el capítulo I, se plantea la descripción de la realidad problemática, se formula el problema general y los problemas específicos, se formula el objeto general y los objetos específicos, asimismo se realiza la justificación teórica, metodología y práctica y por ultimo las limitaciones de la investigación.

En el capítulo II, se plantea la fundamentación teórica, estableciendo los antecedentes del caso y la teoría necesaria para la estructura de la investigación, como Hipótesis general tenemos: La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación civil forense de obras con áreas de difícil acceso.

El capítulo III, se establece como método general de investigación fue el científico, el método específico de la investigación fue Inductivo – Deductivo, el enfoque investigativo fue cuantitativo, tipo de investigación fue aplicada y el diseño de la investigación fue no experimental – transversal.

El capítulo IV, se establecen los resultados, se presenta los análisis, gráficos, resúmenes y la discusión de los resultados.

El capítulo V, finalmente se tienen las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

Ing.: Michael Erick Huamán Yaranga

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Según Morales (2020), menciona que la fotogrametría es una técnica que nos ayuda a obtener datos numéricos de la superficie de un terreno de una manera sencilla y en menor tiempo, mediante fotografías aéreas con vehículos aéreos no tripulados tales como drones o UAV que son herramientas que nos ayudan a la obtención de estas fotografías de la superficie terrestre, reduciendo costo, tiempo y permitiendo la obtención de datos confiables y comparables con otros instrumentos de medición.

Según Ancón y Araya (2019), considera que la ingeniería civil forense tiene como función investigar de manera científica y a través de los avances tecnológicos casos en los que haya evidencia de un delito y donde se haya ocasionado daños. Los avances tecnológicos dentro de la investigación civil forense ayudan a disminuir fallas, dando mayor confiabilidad a los resultados obtenidos de la investigación.

Según Guevara *et al.* (2016) menciona que, a nivel mundial la topografía ha tenido constante evoluciones significativas, así como la innovación de nuevas técnicas e instrumentos para realizar mediciones en las superficies de un terreno ya sea de manera directa o indirectamente y buscando la manera más rápida de obtener resultados más confiables y precisos, lo que es necesario para un ingeniero civil y así obtener la información necesaria para realizar un análisis de la superficie y así poder planificar diversos tipos de proyectos y controles civiles.

Gonzales *et al.* (2019) menciona que, a inicios en el continente americano los drones fueron utilizados únicamente en el entorno militar y que en poco tiempo estos vehículos aéreos no tripulados han pasado a formar parte de muchas personas en diversas actividades, estos vehículos cada vez están en mejoras tecnológicas siendo más pequeños, más silenciosos y con cámaras fotográficas de manera nítida y bastante potentes. A causa de estos progresos los drones han sido utilizados para mejorar y expandir la capacidad de observación, incluso en áreas con difícil acceso o que pudieran poner en riesgo la seguridad y asimismo la vida de las personas.

Medina *et al.* (2019), menciona que una de las aplicaciones más comunes en la ingeniería peruana en los últimos años el uso de estos equipos (drones) para realizar mediciones topográficas en áreas y zonas con difícil acceso. Estos equipos aéreos no tripulados pueden tomar fotografías con gran calidad y detalle de una zona o área determinada de la superficie de un terreno y procesar estos para obtener una nube de puntos y consecuentemente generar un plano o mapa de la superficie a analizar.

Pérez (2020), menciona que los drones según sus características permiten cubrir las necesidades en el correcto control de una obra, reduciendo los inconvenientes que puedan presentarse, asimismo la obtención de datos de manera precisa y procesar los datos requeridos de manera sistemática, tener un análisis global y un control visual del proyecto teniendo datos como la ortofotografía y vistas panorámicas del proyecto, y por ultimo minimizar costos, tanto en instrumentos de medición así como también en licencias de calculo que tienen costos reducidos en comparación con otros métodos de medición.

Hinostroza (2021), en su trabajo de investigación “EVALUACIÓN DE ERRORES MAXIMOS PERMISIBLES ENTRE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO EMPLEANDO DRON Y SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL DIFERENCIAL” realizado en la

ciudad de Huancayo menciona que la inclusión de los drones permite hacer que la obra sea sistemática, rápida, precisa y bastante económica, donde el seguimiento de la obra puede ser cotejada de manera métrica gracias a la fotogrametría y tener un seguimiento visual del proceso constructivo.

Green, *et al.* (2019), menciona que los drones presentan ventajas las cuales las han convertido en firmes sustitutos en la actividad del ser humano en multitud de hábitos. En la gran mayoría de estos, la principal ventaja es la flexibilidad de uso y la reducción del riesgo para la vida humana.

Alcántara (2021), en su trabajo de investigación “Evaluación del costo y confiabilidad de fotogrametría con drones en obras de alcantarillado en centro poblado imperial Huancavelica - 2021”, menciona que el procesamiento de fotogrametría mediante software tales como Agisoft Metashape, ayudan a conseguir nube de puntos, ortomosaicos, modelo digital de elevación, ortofoto y superficie con curvas de nivel, donde estos sirven para la inspección indirecta de alcantarillado, conocer las ubicaciones de los buzones entre otros.

Sancho *et al.* (2021), en su trabajo de investigación “APLICACIÓN DE LA FOTOGAMETRÍA CON DRONES AL CONTROL DEFORMACIONAL DE ESTRUCTURAS Y TERRENO”, menciona que la viabilidad del empleo y uso de drones para el monitoreo y control de fallas tales como la deformación del terreno y estructuras son eficientes el uso de técnica fotogramétrica Structure From Motion, con las que se puede obtener modelos en tres dimensiones y ortofotografías de gran precisión, siempre en cuando utilizando puntos de control precisos y drones que vienen integrados con RTK que presentan un margen de error de $\pm 2\text{mm}$.

González (2022), en su trabajo de investigación “Fotogrametría con drones y el proceso de formalización integral COFOPRI en el departamento de Apurímac, 2021”, menciona que el uso

de drones es utilizado en el proceso de formalización integral COFOPRI en el departamento de Apurímac al año 2021, mejoró el rendimiento en la realización de catastros urbanísticos y así facilitar el proceso de formalización integral de pueblos jóvenes.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Como la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación civil forense en obras con áreas de difícil acceso, Lima - 2022?

1.2.2. Problemas específicos

A. ¿Cómo la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense en obras de construcción con áreas de difícil acceso, Lima - 2022?

B. ¿Cómo la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense en obras hidráulicas con áreas de difícil acceso, Lima - 2022?

C. ¿Cómo la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense en obras viales con áreas de difícil acceso, Lima - 2022?

D. ¿Cómo la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de estructuras con áreas de difícil acceso, Lima – 2022?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar como la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación civil forense de obras con áreas de difícil acceso.

1.3.2. Objetivos específicos

A. Identificar como la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense en obras de construcción con áreas de difícil acceso.

B. Analizar como la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense en obras hidráulicas con áreas de difícil acceso.

C. Determinar como la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense en obras viales con áreas de difícil acceso.

D. Determinar como la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de estructuras con áreas de difícil acceso.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Teórica

La justificación teórica del presente proyecto está basado en la ingeniera civil forense y la labor pericial con apoyo de drones que pueden tener diferentes características, resolución de la cámara, gimbal, sistema de alimentación, sistema de navegación entre otros que son utilizados para perennizar terrenos, infraestructuras entre otros de difícil acceso.

1.4.2. Metodológica

Se justifica mediante la aplicación de una buena metodología o técnica adecuada para el uso de la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados en la investigación civil forense, teniendo en cuenta que la implementación de estos equipos puede mejorar la productividad en tiempos y costos. Así mismo se utilizó como estrategia en la investigación científica el uso de la ficha de recolección de datos, por lo que los instrumentos empleados han permitido recopilar la información necesaria.

1.4.3. Práctica

El estudio se justifica de manera practica ya que: Medina, et al., (2019) menciona que los drones según sus características permiten cubrir las necesidades en el correcto control de una obra, reduciendo los inconvenientes que puedan presentarse, asimismo la obtención de datos de manera

precisa y procesar los datos requeridos de manera sistemática, tener un análisis global y un control visual del proyecto teniendo datos como la ortofotografía y vistas panorámicas del proyecto, y por ultimo minimizar costos, tanto en instrumentos de medición así como también en licencias de calculo que tienen costos reducidos en comparación con otros métodos de medición.

1.5. Limitaciones de la investigación

1.5.1. Limitaciones

La investigación está limitada en tiempo y en tamaño de la muestra debido a que la Oficina de Peritajes del Ministerio Público fue creada en mes de julio del 2019 y la información recolectada fue de un total de 04 años, por tal motivo el número de informes periciales donde se utilizaron equipos aéreos no tripulados para la investigación civil forense es de 81 informes periciales y este número fueron las muestras utilizadas en este informe final de tesis, por último, la investigación está limitada en la poca información bibliográfica respecto al uso de equipos aéreos no tripulados debido a que esta nueva técnica de medición está siendo incorporado en todo ámbito laboral de la ingeniería civil forense.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Claros *et al.* (2016), en su trabajo de investigación “Aplicación de fotogrametría aérea en levantamientos topográficos mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados”. Realizó el estudio con el objetivo de aplicar la medición en las fotografías a una mediana altura en procesamiento de datos topográficos con el uso de drones de la marca dji. Donde llegó a la conclusión que al procesar imágenes RGB obtenidas mediante vehículos aéreos no tripulados a bajas alturas, se puede obtener una gama grande de información topográfica del área a procesar, teniendo mediana precisión donde la falla por refracción es mayor a bajas alturas de vuelo.

Estrada y Ñaupari (2021), en su trabajo de investigación “Detección e identificación de comunidades vegetales altoandinas, Bofedal y Tolar de Puna Seca mediante ortofotografías RGB y NDBI en drones de sistema aéreo no tripulado”. Realizó el estudio para determinar la altura optima de vuelo de los vehículos aéreos no tripulados para ellos recopilaron fotografías RGB y NDVI, y realizaron tomas aéreas a diferentes alturas, comenzando con los 25 metros, luego 50 metros, asimismo con 57 metros y por último a 100 metros. El procesamiento de este análisis lo realizaron en el software Pix 4D y algoritmos con la capacidad de identificar elementos segmentados con el programa Python. Llegaron a la conclusión que la altura optima de vuelo del equipo dron para la identificación de comunidades vegetales es de 25 m, seguido de 50 m, utilizando ortofotografías RGB y NDVI a través de la plataforma UAS.

Mendiola (2019), en su trabajo de investigación “El dispositivo Dron entre la vigilancia securitaria y la necropolítica”. Realizó el estudio con el objetivo central de analizar el papel importante que juega el dron actualmente en la vigilancia securitaria donde se abordaron cuestiones bélico-policiales, para detectar lo que queda definido como amenaza y cual no, todo ello dentro del marco de la vigilancia securitaria. Llegó a la conclusión que el dron a través de su potencial tecnocientífico se pueden integrar algoritmos para detectar amenazas mediante patrones de comportamiento.

Morales (2020), en su trabajo de investigación “Aplicación de fotogrametría con dron para la actualización de los factores físicos del catastro urbano del distrito de Ticapampa – Recuay – Ancash”. Realizo el estudio con el objeto central de aplicar la medición en pixeles de la fotografía con dron para dar una actualización a los factores involucrados en el catastro urbano. Llegó a la conclusión que la fotogrametría es pertinente para mantener actualizado los factores físicos que se puedan encontrar en el catastro urbano.

Cesti (2020), en su trabajo de investigación “Propuesta de implementación de equipo dron RPA para mejorar la productividad de inspección de una línea de transmisión eléctrica en alta tensión”. Se formulo el objeto general: cuantificar el impacto de la implementación de un equipo RPA en la productividad de la inspección ligera para mantenimiento de una línea de transmisión eléctrica. Llegó a la conclusión que al utilizar equipo dron RPA el tiempo de para dar una inspección fue menos prolongado en un 83% tomando como base al método tradicional utilizado; aumentado la productividad en la supervisión visual de la ejecución en la línea de transmisión eléctrica.

Ruiz (2018), en su trabajo de investigación “El uso de drones en el ámbito espacial de la ley penal”. Realizó el estudio con el objeto de analizar aspectos que podrían replantearse en el uso

de los drones, considerando las eventuales consecuencias penales que puedan provocar el mal uso de estos equipos. Donde se articula un sistema en el cual preponderará una determinada ley sobre otra con el fin de evitar los delitos cometidos con un equipo dron.

Cabada (2019), en su trabajo de investigación “Evaluación de precisión en un levantamiento topográfico con aeronave pilotada remotamente (RPA-DRON)”. Realizó el estudio con el objeto de evaluar la precisión de levantamientos topográficos con el uso de RPA (dron). Como resultados se determinó que el levantamiento tradicional con equipos de topografía con RPA (dron), es 10 veces más preciso que levantar topograficamente con estación total.

Estrada, *et al*, (2021), en su trabajo de investigación “Evaluación de productos fotogramétricos de una unidad kárstica obtenidos con un dron”. Realizo el estudio con el objeto de determinar el elemento principal del error cuadrático medio, asimismo identificar la precisión relativa en las imágenes del ortomosaicos y modelos digitales de elevación a diferentes alturas generados con la fotogrametría y un dron, donde estas imágenes aéreas se adquirieron con un dron de la marca dji phantom 4 a dos alturas 80 y 100 metros respectivamente, las cuales fueron procesadas digitalmente obteniendo datos de elevación y ortomosaicos, para después calcular el error cuántico medio de las coordenadas UTM. Como resultado se obtuvo que los vuelos a 100 metros de altura presentan menor error de variación en las coordenadas UTM y de elevación.

Fernández *et al*. (2018), en su trabajo de investigación “Geomorfometría y cálculo de erosión hídrica en diferentes litologías a través de fotogrametría digital con drones”. Realizo el estudio con el objeto de identificar el modelado erosivo de un determinado área (paisaje) utilizando el análisis geomorfométricos y cuantificar la tasa de erosión en diferentes litografías con un equipo dron. Como resultado se logró obtener de que la fotogrametría digital de alta resolución, a partir

de tomas aéreas es una herramienta adecuada y muy útil para calcular y determinar tasas de erosión en diferentes áreas litológicas.

Acón y Araya (2019), en su trabajo de investigación “Elaboración de una herramienta para registrar las fallas constructivas en proyectos de construcción basada en el abordaje de la ingeniería civil forense”. Realizaron el estudio con el objeto principal de elaborar un guía que tiene como base los métodos de investigación dentro del campo de investigación de la ingeniería civil forense, que sirva como soporte en la resolución de casos, así como de diversas fallas en construcciones. Donde los resultados obtenidos fueron desarrollados con una propuesta de diversos procedimientos que se deberían seguir en la investigación de supuestas fallas y algunos indicios de defectos encontrados en la construcción.

Cisneros *et al.* (2019), en su trabajo de investigación “Estudio de las configuraciones de puntos de control terrestre para fotogrametría con drones”. Realizaron el estudio con el objeto obtener la manera adecuada de como configurar los puntos de control teniendo en consideración de cuantos, y como estarán distribuidos estos sobre el terreno, para la medición de imágenes utilizando drones no existe algo establecido que mencione cuantos puntos y como estos deben ser colocados ya que es variable según del terreno y lugar en donde se va a realizar el proyecto. Como resultado se obtuvo que la configuración con menor error medio cuadrático fue la configuración de 5 puntos de control, el cual obtuvo menor error.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Definición de la variable 01

Fotogrametría: La fotogrametría es considerado un arte, asimismo es la ciencia y tecnología para la obtener medidas según los pixeles de diferentes objetos físicos, a través de las fotografías

y/o grabaciones, donde estas interpretaciones de imágenes a través de píxeles y patrones de energía podemos extraer medidas fiables (Quirós, 2014).

La fotogrametría tiene la capacidad de realizar mediciones a partir de fotografías tomadas en campo, logrando extraer información planimetría y en tres dimensiones sobre la geometría de un terreno el cual está en estudio. A partir de estos datos extraídos en forma de puntos se trabajan con fotografías superpuestas en un rango de 75% de la zona en común para tener información en tres dimensiones. El objetivo de la fotogrametría es analizar las dimensiones georreferenciadas que están posicionadas en el terreno de estudio. (fenercom.com, 2015)

Es fundamental que las fotografías tomadas en campo con un equipo dron, cumplan las condiciones mínimas las cuales son: traslape entre imágenes mayor al 50%, altura mínima de vuelo 50 m y que las condiciones climáticas y meteorológicas del lugar sean favorables para no incurrir en algún tipo de error al momento del procesamiento de estas imágenes y lograr un trabajo óptimo y confiable. (fenercom.com, 2015)

Dimensión de las variables:

Tecnología: La tecnología es un proceso, asimismo es la capacidad de transformar o convertir algo que ya existe y transformarlo en algo nuevo para darle otra función (Fernández *et al.*, 2018).

La tecnología es el arte, oficio o destreza. Por lo tanto, se podría decir que es un proceso, es la capacidad de poder de modificar o transformar algo ya existente para construir algo novedoso. A toda esa capacidad de cambio y transformación se le conoce como tecnología que proviene directamente del campo de las ciencias. (Hilario, 2015).

Medidas fiables: Es aquella que facilita la interpretación a la validez de las medidas, asimismo hace referencia a la propiedad de que la medida utiliza sea relacionada con otras medidas para dar validez (Costales, 2018).

Medida es la acción y efecto de medir, y medir es conocer un valor ya sea comparando una cantidad con su unidad. En ese sentido se puede medir, por ejemplo, el tamaño de un objeto, así como la distancia entre dos puntos separados. Estas medidas están normadas según las unidades de medida que se encuentran estandarizadas. (Costales, 2018).

Objetos físicos: un objeto físico es un cuerpo con masa, que se extiende en tres dimensiones por el espacio, posee un posición y orientación en el espacio y tiempo (Neftaly *et al.*, 2021).

Evolución histórica:

En (1765-1833) Joseph Nicéphore Niepce, obtiene la primera imagen permanente usando la Cámara oscura sobre una placa de estaño recubierta con betún blanco (Quirós, 2014).

Entre los años 1849 y 1851, un oficial del ejército francés perteneciente al cuerpo de ingenieros, Aimé Laussedat, desarrolló los conceptos básicos que aplican a las fotografías aéreas para poder confeccionar los planos (Quirós, 2014).

El alemán Albrecht Meydenbauer, teniendo los conocimientos de la aplicación de las fotos en los levantamientos, esos son utilizados para revelar las edificaciones más resaltantes de toda Europa y fue el primero en utilizar el término fotogrametría, por todo ello es tan reconocido como el padre de la fotogrametría dentro del ámbito de la arquitectura (Quirós, 2014).

A partir de la década de 1870 es que se comienza a utilizar la fotogrametría como tal en la obtención de datos terrestres en la cartografía. Como registro se tiene en 1876 Jordan realiza el levantamiento del oasis Dochel en Libia, asimismo en 1892 los hermanos Vallot realizaron el levantamiento en Suiza del macizo Mont.

En 1896 el ingeniero hidrográfico Edouard Gaston Deville, construye una cámara metálica, la cual utilizó en las montañas de Canadá para realizar un levantamiento a escala 1:40.000, con curvas de nivel a cada 33 metros en un área total de 1 300 millas cuadradas (Quirós, 2014).

El primer vuelo desde un avión fue realizado por los hermanos Wright sobre la localidad de Kitty Hawk, en el año 1903 donde se pudo controlar el desplazamiento de la cámara aérea donde se pudo realizar el primer mapa a partir de las fotos aéreas tomadas (Quirós, 2014).

La fotogrametría digital da sus inicios en el año 1990, utilizando imágenes digitales y donde los restituidores analíticos fueron remplazados por computadoras personales, donde estas resolvían la relación que había entre las coordenadas y de los puntos medios que se encontraban en la imagen digital y al que correspondía en el terreno la cual era proyectada para el uso de la fotogrametría digital (Quirós, 2014).

Podríamos resumir que la fotogrametría es un método de levantamiento topográfico de manera indirecta sin una verdadera inspección física de la persona presente que permite medir y registrar coordenadas tridimensionales y a la vez producir mediante programas representaciones muy precisas ya sean gráficas o cartográficas de todo tipo de objeto que se desea hacer la inspección o análisis (Antonio, 2011).

teniendo en cuenta la definición de la fotogrametría de una manera muy general, esta no depende de otros instrumentos ni de un operador altamente especializado, ya que sólo se hace uso de los programas y softwares para el análisis y procesamiento de datos siendo más accesibles que cualquier instrumento topográfico moderno (Antonio, 2011).

Antonio (2011), es su libro “Introducción A La Fotogrametría Y Su Evolución”, hace mención de las siguientes características de la fotogrametría:

Con el análisis de la fotogrametría se puede obtener documentación puntual tales como:

- ✓ Cálculo de superficies y volúmenes
- ✓ Control de longitudes, anchos, formas, posiciones, orientaciones
- ✓ Cálculo de alturas, pendientes, perfiles longitudinales y transversales
- ✓ Rectificación de imágenes aisladas
- ✓ Georeferenciar partes de imágenes
- ✓ Producir modelos digitales del terreno

Asimismo, mediante la fotogrametría se puede presentar documentación representativa tales como:

- ✓ Planos y mapas topográficos lineales a distintas escalas y propósitos
- ✓ Curvas de nivel derivadas del DEM
- ✓ Modelos tridimensionales del terreno para visualización desde distintos puntos
- ✓ Mapas temáticos (incluso para georeferenciar los GIS)

Por último, mediante la fotogrametría se puede obtener documentación textual de imágenes tales como:

- ✓ Copias simples, ampliadas o reducidas
- ✓ Fotoíndices
- ✓ Mosaicos sin control
- ✓ Copias certificadas
- ✓ Mosaicos controlados
- ✓ Estereogramas
- ✓ Ortofotos
- ✓ Cartas imágenes

2.2.2. Definición de la variable 02

Investigación civil forense

Para entender la investigación civil forense, tenemos que entender la ingeniería civil forense, que es una disciplina que utiliza herramientas de diferentes ciencias, así como de las ingenierías para un fin determinado y estas se dividen en dos (Comité de Investigación Forense, 2018).

Tenemos la ingeniería civil preventiva, la cual tiene como función principal reducir el riesgo de que pueda fallar un producto de la ingeniería, asimismo mejorar los rendimientos y el valor del costo (Comité de Investigación Forense, 2018).

Tenemos la ingeniería civil paliativo, la cual tiene como finalidad reconstruir paso a paso los sucesos que conllevan a una pérdida económica, con ello determinar responsabilidad y posible solución ante cualquier situación.

La investigación civil forense es aquel que involucra el trabajo de campo, seguridad de la construcción, estudio de los planos arquitectónicos y estructurales incluyendo sketches del prediseño, fotografías y videos, observación detallada de daños estructurales y el estudio de posible causa de daño y/o siniestro (Audeves *et al.*, 2013)

Evolución histórica:

En (1302) cuando el Dr. Bartolomeo da Varignana realizó una de las primeras autopsias legales en la ciudad Italia. Aquella autopsia fue registrada como examen post mortem de un cuerpo para con ello poder determinar la posible causa de la muerte, y es en aquellos años donde se da inicio los primeros años de la ciencia forense (Rodríguez, 2019).

En (1835), se realizó una de las primeras comparaciones de balística. La bala en sí tenía un pequeño defecto, que se remonta al molde, lo que lleva a la identificación de la persona que compró, y luego disparó, dicha bala (Rodríguez, 2019).

En (1892), se oficializó a las huellas dactilares como evidencia forense. Hoy en día, es estudio de dactiloscopia ocupa un lugar muy importante en la criminalística como prueba de la escena del crimen, pero hasta casi el siglo XX, solo se sospechaba de la individualidad de las huellas dactilares de una persona (Rodríguez, 2019).

En (1902), se elaboró en Suiza el primer plan de estudios académico de ciencias forenses. Ya en el año de 1905, el presidente Theodore Roosevelt estableció el FBI, la Oficina Federal de Investigaciones, y en 1910 se creó el primer laboratorio de criminalística de la policía forense, donde se reconocía a la criminalística forense como ciencia (Rodríguez, 2019).

En el siglo XXI se da pase a la ingeniería forense, nace como una herramienta auxiliar de la Justicia, la ingeniería forense es parte de las Ciencias Forenses, donde el objetivo principal es la aplicación de la ciencia y la tecnología al servicio de la justicia y para el estudio de los aspectos fácticos que se encuentran en el origen de litigios, conflictos y situaciones que generen controversias entre personas de distinta naturaleza, teniendo como finalidad determinar cuánto es el grado de probabilidad de que hayan ocurrido los hechos (Rodríguez, 2019).

Dimensiones de las variables:

Trabajo de campo: El trabajo de campo es un método de observación y recolección de datos, que es fundamental en el desarrollo de una investigación.

Fotografías y videos: en la investigación civil forense, tiene como finalidad mostrar gráficamente tanto los elementos ocupados íntegramente, así como diferentes procesos que demuestran el trabajo pericial (Ancón y Muñoz, 2019).

Inspección ocular: Es una técnica que forma parte de la investigación de la escena del delito o de un hecho, aplicando esta técnica podemos reunir datos del lugar, rastros y todo objeto que pueda ser de gran ayuda para encontrar la verdad de cualquier delito (Ancón y Muñoz, 2019).

Recogida de testimonios y muestras: Este es un procedimiento que consiste en obtener un material físico para ser analizado, al momento de recoger muestras, estas mantendrán bebidamente la cadena de custodia y así no contaminar las muestras (Ancón y Muñoz, 2019).

Análisis de documentación: La importancia del análisis de la documentación tiene que ser precisa y completa, donde se realizara la revisión detallada detectando irregularidades y acciones asociadas, así como discusiones de los actores claves (Audeves *et al.*, 2013).

Análisis y discusión de resultados: Es la parte de la investigación donde podemos comparar y contrastar los hechos, discutiendo con los resultados obtenidos como parte de la investigación, asimismo los resultados son comparados con otros autores para darle mayor validez (Audeves *et al.*, 2013).

2.3. Formulación de la hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación civil forense de obras con áreas de difícil acceso.

2.3.2. Hipótesis específicas

A. La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de obras de construcción con áreas de difícil acceso.

B. La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de obras hidráulicas con áreas de difícil acceso.

C. La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de obras viales con áreas de difícil acceso.

D. La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de estructuras con áreas de difícil acceso.

2.4. Hipótesis nula

2.4.1. Hipótesis nula general

La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados no favorece la investigación civil forense de obras con áreas de difícil acceso.

2.4.2. Hipótesis nula específicas

A. La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados no favorece la investigación forense de obras de construcción con áreas de difícil acceso.

B. La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados no favorece la investigación forense de obras hidráulicas con áreas de difícil acceso.

C. La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados no favorece la investigación forense de obras viales con áreas de difícil acceso.

D. La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados no favorece la investigación forense de estructuras con áreas de difícil acceso.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método de la investigación

El método general de la investigación es el científico y el método específico de la investigación es Inductivo – Deductivo, inductivo porque permite el razonamiento partiendo de un caso particular se eleva a conocimientos generales, y deductivo porque permite utilizar el razonamiento para obtener conclusiones generales para aplicaciones particulares (Pineda *et al.*,2008).

3.2. Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación es Cuantitativo, debido a que observa la realidad desde un punto de vista objetivo donde prima la cuantificación y la medición, asimismo con estas se plantean nuevas hipótesis y se construyen nuevas teorías (Hernández y Mendoza, 2018).

3.3. Tipo de investigación

El tipo de investigación por la naturaleza del estudio es Aplicada, debido a que cumple la función de resolver y a la vez comprender todos los problemas de la investigación civil forense en obras con áreas de difícil acceso (Hernández y Mendoza, 2018).

3.4. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es No Experimental - Transversal, no experimental porque el investigador percibe y analiza todo tipo de fenómenos tal y como se dan en su ámbito natural, y

transversal porque estos datos se recolectan sobre uno o varios grupos en un momento temporal establecido (Arispe, *et al.*, 2020).

3.5. Población muestra y muestreo

3.5.1. Población

La población está constituida por 87 informes periciales en ingeniería civil forense que es el promedio anual donde realizaron investigación en áreas de difícil acceso utilizando drones tales como: áreas aledañas al curso natural del río, áreas con pendientes pronunciadas, áreas pantanosas, áreas rocosas, áreas densas de vegetación, áreas con acceso restringido, áreas no visibles en inspección ocular, áreas de cultivo, áreas colindantes con lagos y áreas arqueológicas (Rodríguez, 2019).

3.5.2. Muestra

La muestra está constituida por 81 informes periciales las cuales fueron seleccionadas por su aplicación de la fotogrametría en sus trabajos de investigación donde se realizó trabajos en áreas de difícil acceso, las cuales son: obras de construcción, obras hidráulicas, obras viales y estructuras.

3.5.3. Muestreo

El muestreo es No Probabilístico, ya que se selecciona directamente de manera cuidadosa y controlada las investigaciones civiles forense de obras con características específicas (Arispe, *et al.*, 2020).

3.6. Variables y operacionalización

3.6.1. Variables:

Variable N°01: Fotogrametría

Definición Operacional: La fotogrametría es todo un arte, está definido como la ciencia y tecnología para conocer de manera fiable las medidas de todo tipo de objetos físicos y su entorno, todo esto a través de diferentes formas como la grabación, fotografías, interpretación de imágenes a través de los diferentes filtros y patrones de energía electromagnética radiante y otros fenómenos (Cheli, 2011).

Variable N°02: Investigación Civil Forense

Definición Operacional: La investigación civil forense es aquel profesional que involucra diferentes áreas de trabajo uno de ellos es el trabajo de campo, seguridad en todo ambiente de la construcción, estudio de los diferentes tipos de planos, así como los arquitectónicos y estructurales incluyendo renderizados en el prediseño de obras, fotografías de detalle y panorámicas, así como videos. la observación detallada es importante dentro de la investigación forense para poder prevenir diferentes tipos de daños estructurales y diferentes posibles causas de daños y/o siniestros (Rodríguez, 2019).

3.6.2. Operacionalización de variables

Tabla 1 Matriz Operacionalización

Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa
Fotogrametría	Es considerado un arte, asimismo es la ciencia y tecnología para la obtener medidas según los pixeles de diferentes objetos físicos, a través de las	Tecnología	Drones	Nominal	ítem 02
			Software	Nominal	ítem 03
		Medidas fiables	Longitudes	Nominal	ítem 04
			Áreas	Nominal	ítem 05
			Volumen	Nominal	ítem 06
		Trabajo en campo	Inspección de obras	Nominal	ítem 10
			Verificación de obras	Nominal	ítem 11

	fotografías y/o grabaciones. (Quirós Rosado, E. 2014).		Metrados en obra	Nominal	ítem 12
Investigación civil forense	Involucra el trabajo de campo, seguridad de la construcción, estudio de los planos arquitectónicos y estructurales incluyendo sketches del prediseño, fotografías y videos, observación detallada de daños estructurales y el estudio de posible causa de daño y/o siniestro.	Objetos físicos	Obras de construcción	Nominal	ítem 09
			Obras hidráulicas	Nominal	ítem 07
			Obras viales	Nominal	ítem 08
			Estructuras	Nominal	ítem 10
		Fotografías y videos	Fotografía de detalle	Nominal	ítem 13
			Fotografía panorámica	Nominal	ítem 14
			Fotografía aérea	Nominal	ítem 15

Fuente: elaboración propia

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Técnica

La técnica utilizada es la de observación, ya que la técnica de observación se apropia de instrumentos como la bitácora, notas de campo, la guía de observación, las grabaciones de audio y video, fotografías y las escalas de actitudes (Hernández y Mendoza, 2018).

3.7.2. Descripción de instrumentos

Siendo la técnica el análisis documental, como instrumento se utilizó la ficha de recolección de datos. Este instrumento nos permite rescatar y extraer la información más relevante de los informes periciales de Ingeniería Civil forense donde se utilizó la fotogrametría en la investigación pericial. Los datos más relevantes en el instrumentos se resalta al: tipo de obra investigada, si la inspección fue de manera directa o indirecta, altura promedio del vuelo del dron, ángulo de inclinación de la cámara, programa utilizado en la planificación del vuelo y en el procesamiento de datos, entre otros tal como se muestra en el anexo 02.

3.7.3. Validación

Para la validación de los instrumentos, se elaboró una carta de presentación dirigido a cinco expertos, para solicitar la participación coma jueces en la validación del instrumento de recolección de datos del instrumento. Expertos que por su experiencia en temas relacionados a la investigación participaron en la validación, teniendo en consideración, tres criterios muy importantes como: pertinencia, relevancia y claridad. Asimismo una vez revisado el instrumento de recolección de los datos para la tesis, siendo la ficha de recolección de datos, se concluyó en la participación de cada experto, exponiendo su opinión de aplicabilidad tal como se muestra en el anexo o3

3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos

Con el instrumento ficha de recolección de datos, logro obtener información tales como: que programa para la planificación del vuelo, tipo y modelo de dron, programa para el procesamiento de datos y mediante un croquis de las obras que cuentan con difícil acceso se anotaran longitudes y áreas para luego ser comparadas con la fotogrametría. Para que la fotogrametría cumpla las condiciones adecuadas se tomó en cuenta: la inspección visual, las condiciones atmosféricas, valoración de las velocidades del viento, la altura de vuelo del dron, el ángulo de inclinación de la cámara del dron, el porcentaje de traslape de las fotografías, velocidad de vuelo del dron y el número de fotografías que tomara el dron de la obra a inspeccionar.

Se realizó el estudio de informes periciales donde se hayan utilizado drones con el fin de identificar los riesgos y buscar la mejor alternativa de disminuir o anular estos riesgos encontrados, teniendo en cuenta que la inspección visual de estas carpetas fiscales de manera directa, por lo tanto, se realizó la toma de datos mediante la ficha técnica para determinar en qué porcentaje según el tipo de obras se utilizan la fotogrametría.

Con la información completa de la ficha de recolección de datos, se tuvo una visión clara si las fotografías fueron tomadas en las condiciones adecuadas, para luego explicar de manera estadística la asociación en la investigación civil forense.

Las prueba estadística para contrastar las hipótesis fue el chi cuadrada o X^2 , según Hernández, Fernández y Baptista ((2014, p. 318) sostiene que el chi cuadrada o X^2 “Es una prueba estadística para evaluar hipótesis acerca de la relación entre dos variables categóricas”.

Se simboliza: χ^2 .

Hipótesis por probar: correlacionales.

Variables involucradas: dos. Chi cuadrada o X^2 no considera relaciones causales.

Nivel de medición de las variables: nominal u ordinal (o intervalos o razón reducidos a ordinales).

Procedimiento: se calcula por medio de una tabla de contingencia o tabulación cruzada, que es un cuadro de dos dimensiones y cada dimensión contiene una variable. A su vez, cada variable se subdivide en dos o más categorías. Se utilizó el paquete estadístico spss versión 26.

3.9. Aspectos éticos

En este trabajo de investigación se respetaron los principios del Reglamento del comité institucional de ética para la investigación y el Manual de procedimientos del comité institucional de ética para la investigación, debido que este trabajo de investigación, “... no fue realizado con personas, animales o muestras de material biológico obtenido de seres humanos: Estudios In vitro, investigación con bacterias, virus, protozoarios o partes de estos, evaluación química de los alimentos.” (Bellido *et al.*,2022, P.10). El análisis de base de datos utilizados en este trabajo es de acceso público previa solicitud al Ministerio Público, por ende, mi proyecto cumple con los requisitos del Anexo II del MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DEL COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA PARA LA INVESTIGACIÓN que considera la exoneración de revisión.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1. Análisis descriptivo de los resultados

Tabla 2. Distribución de la recolección de datos según los ítems de fotogrametría

Ítems	Respuesta	n°	%
Programa que se utilizó para la planificación del vuelo del dron	No menciona	37	45.7%
	Dronelink	43	53.1%
	Otros	1	1.2%
Tipo de dron que se utilizó para el trabajo	Phantom	0	0.0%
	Mavic	81	100.0%
	Otros	0	0.0%
Programa que se utilizó para el procesamiento de datos	Metashape	61	75.3%
	Pix4Dmapper	14	17.3%
	Otros	6	7.4%
Instrumento se utilizó para corroborar la fotogrametría	GPS diferencial	0	0.0%
	GPS de mano	70	86.4%
	Wincha	11	13.6%
	Otros	0	0.0%
Medida que se obtuvo mediante la fotogrametría	Longitud	78	96.3%
	Área	3	3.7%
	Volumen	0	0.0%
Margen de error que se obtuvo en la fotogrametría	+/- 5 cm	0	0.0%
	+/- 15 cm	0	0.0%
	+/- 30 cm	0	0.0%
	No menciona	81	100.0%
Altura de vuelo del dron para las tomas fotográficas	10 a 49 m	1	1.2%
	50 a 79 m	57	70.4%
	80 a 100 m	23	28.4%
	más de 100 m	0	0.0%
	-90°	62	76.5%

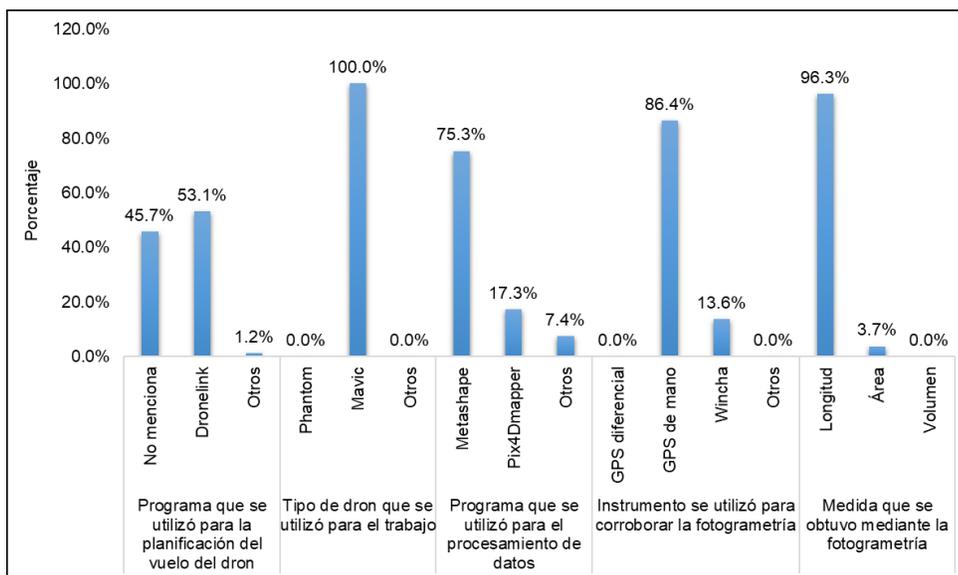
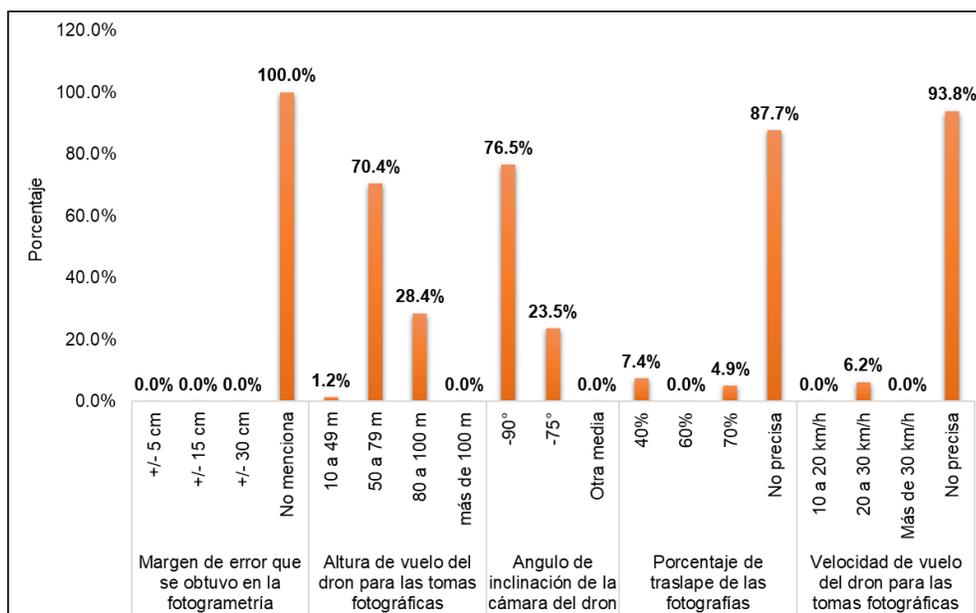
Angulo de inclinación de la cámara del dron	-75°	19	23.5%
	Otra media	0	0.0%
Porcentaje de traslape de las fotografías	40%	6	7.4%
	60%	0	0.0%
	70%	4	4.9%
	No precisa	71	87.7%
Velocidad de vuelo del dron para las tomas fotográficas	10 a 20 km/h	0	0.0%
	20 a 30 km/h	5	6.2%
	Más de 30 km/h	0	0.0%
	No precisa	76	93.8%

En la tabla 1, figura 1 y figura 2 se observa que en el 53.1% de los vuelos se utilizó Dronelink; además, en el 100% de los casos se utilizó el dron Mavic. En el caso del procesamiento de daos, el 75.3% se realizó en Metashape, seguido de un 17.3% con Pix4Dmapper.

La corroboración de la fotogrametría se realizó en su mayoría con GPS de mano, esta representa el 86.4%. La longitud es la medida más frecuente obtenida con la fotogrametría, esta viene a ser el 96.3%.

El margen de error no ha sido indicado en ningún informe pericial. En cuanto a la altura de vuelo del dron, el 70.4% fue de 50 a 79 metros; además, el ángulo de inclinación más frecuente fue -90°, esta representa el 76.5%.

En el 7.4% se menciona un traslape de fotografías de 40%; sin embargo, la mayoría (87.7%) no precisa. El 6.2% de los drones tuvieron una velocidad de vuelo de 20 a 30 km/h; sin embargo, en el 93.8% de los casos no se precisa la velocidad de vuelo.

Figura 01. Distribución de informes periciales según los ítems de fotogrametría.**Figura 02.** Distribución de informes periciales según los ítems de fotogrametría.

En la tabla 2 y figura 3 se observa que el 49.4% de las obras son de construcción, seguida de un 24.7% de obras viales; solo el 11.1% son obras de estructuras. El 50.6% de las inspecciones visuales se realizaron de manera directa; frente a un 49.4% que fue inspección indirecta.

En cuanto a las condiciones atmosféricas, en el 25.9% fue soleado, seguido de un 7.4% nublado, sin embargo, la mayoría no especifica (66.7%)

En el caso de la velocidad del viento, el 12.3% fue suave, seguido de un 11.1% con velocidad moderada; sin embargo, el 70.4% no menciona dicha característica.

En las obras de construcción (n=40), el 22.5% fueron colegios, seguido de un 20% de losas deportivas; en cuanto a las obras hidráulicas (n=12), el 58.3% fueron captaciones.

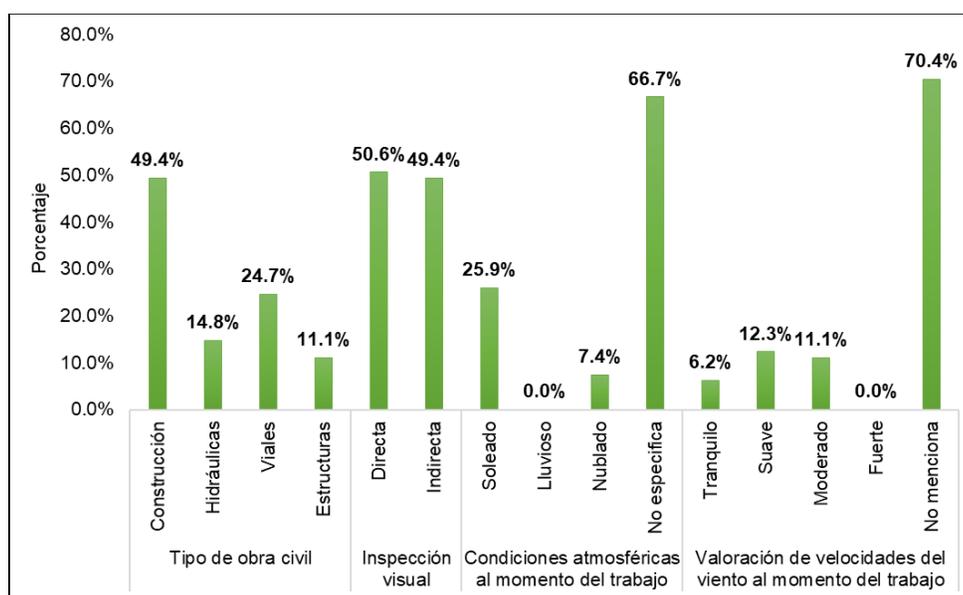
Tabla 3. Distribución de informes periciales según los ítems de investigación forense

Ítems	Respuesta	n°	%
Tipo de obra civil	Construcción	40	49.4%
	Hidráulicas	12	14.8%
	Viales	20	24.7%
	Estructuras	9	11.1%
Inspección visual	Directa	41	50.6%
	Indirecta	40	49.4%
Condiciones atmosféricas al momento del trabajo	Soleado	21	25.9%
	Lluvioso	0	0.0%
	Nublado	6	7.4%
	No especifica	54	66.7%
Valoración de velocidades del viento al momento del trabajo	Tranquilo	5	6.2%
	Suave	10	12.3%
	Moderado	9	11.1%
	Fuerte	0	0.0%
	No menciona	57	70.4%
Tipo de obra de construcción que se inspeccionó (n= 40)	Vivienda	6	15.0%
	Puente	7	17.5%
	Reservorio	3	7.5%
	Colegio	9	22.5%
	Losa deportiva	8	20.0%
	Otros	7	17.5%
Tipo de obra hidráulica que se inspeccionó (n=12)	Canales de riego	2	16.7%
	Captaciones	7	58.3%
	Represa	0	0.0%
	Otros	3	25.0%
Tipo de obra vial que se inspeccionó (n=20)	Carreteras	9	45.0%
	Autopistas	5	25.0%
	Obras de drenaje	4	20.0%

	Otros	2	10.0%
Tipo de obra de estructura que se inspeccionó (n=9)	Metálicas	4	44.4%
	Concreto armado	4	44.4%
	Madera	0	0.0%
	Otros	1	11.1%

En el caso de las obras viales (n=20), la mayoría (45%) fueron carreteras, seguida de las autopistas (25%). Finalmente, en las obras de estructura (n=9); las más frecuentes son metálicas y concreto armado con 44.4% cada uno.

Figura 03. Distribución de informes periciales según los ítems de investigación forense.



4.1.2. Prueba de hipótesis

Hipótesis general.

La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación civil forense de obras con áreas de difícil acceso.

Formulamos las hipótesis estadísticas

H1: La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación civil forense de obras con áreas de difícil acceso.

Ho: La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados no favorece la investigación civil forense de obras con áreas de difícil acceso.

Nivel de confianza:

Confianza 95%

Significancia (alfa) 5%

Prueba estadística a emplear:

La prueba estadística a emplear es el Chi cuadrado.

Tabla 4. Asociación entre los ítems de fotogrametría y el tipo de obra civil

Ítems		Tipo de obra civil								p
		Construcción		Hidráulicas		Viales		Estructuras		
		n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	
Programa que se utilizó para la planificación del vuelo del dron	No menciona	18	45.0%	3	25.0%	12	60.0%	4	44.4%	0.283
	Dronelink	22	55.0%	9	75.0%	7	35.0%	5	55.6%	
	Otros	0	0.0%	0	0.0%	1	5.0%	0	0.0%	
Tipo de dron que se utilizó para el trabajo	Phantom	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	NC
	Mavic	40	100.0%	12	100.0%	20	100.0%	9	100.0%	
	Otros	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Programa que se utilizó para el procesamiento de datos	Metashape	32	80.0%	9	75.0%	14	70.0%	6	66.7%	0.488
	Pix4Dmapper	4	10.0%	3	25.0%	4	20.0%	3	33.3%	
	Otros	4	10.0%	0	0.0%	2	10.0%	0	0.0%	
Instrumento se utilizó para corroborar la fotogrametría	GPS diferencial	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0.464
	GPS de mano	34	85.0%	12	100.0%	17	85.0%	7	77.8%	
	Wincha	6	15.0%	0	0.0%	3	15.0%	2	22.2%	
	Otros	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Medida que se obtuvo mediante la fotogrametría	Longitud	37	92.5%	12	100.0%	20	100.0%	9	100.0%	0.363
	Área	3	7.5%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	Volumen	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	+/- 5 cm	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	NC

Margen de error que se obtuvo en la fotogrametría	+/- 15 cm	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	+/- 30 cm	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	No menciona	40	100.0%	12	100.0%	20	100.0%	9	100.0%	
Altura de vuelo del dron para las tomas fotográficas	10 a 49 m	1	2.5%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0.102
	50 a 79 m	31	77.5%	9	75.0%	9	45.0%	8	88.9%	
	80 a 100 m	8	20.0%	3	25.0%	11	55.0%	1	11.1%	
	más de 100 m	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Angulo de inclinación de la cámara del dron	-90°	26	65.0%	11	91.7%	17	85.0%	8	88.9%	0.109
	-75°	14	35.0%	1	8.3%	3	15.0%	1	11.1%	
	Otra media	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Porcentaje de traslape de las fotografías	40%	4	10.0%	1	8.3%	1	5.0%	0	0.0%	0.799
	60%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	70%	3	7.5%	0	0.0%	1	5.0%	0	0.0%	
	No precisa	33	82.5%	11	91.7%	18	90.0%	9	100.0%	
Velocidad de vuelo del dron para las tomas fotográficas	10 a 20 km/h	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0.141
	20 a 30 km/h	5	12.5%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	Más de 30 km/h	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	No precisa	35	87.5%	12	100.0%	20	100.0%	9	100.0%	

p= prueba de independencia de variables. NC= no calculado

Criterio de decisión:

En la tabla 3 se observa que la distribución de los ítems de fotogrametría es similar en los distintos tipos de obras civiles; además, en la prueba de independencia de variables (Chi-cuadrado) se encontró $p\text{-valor} > 0.05$

Decisión y conclusión

Por lo tanto, no existe asociación entre los ítems de fotogrametría y los tipos de obras civiles, es decir la hipótesis H1: la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación civil forense de obras con áreas de difícil acceso es aceptada.

Hipótesis específica 01.

La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de obras de construcción con áreas de difícil acceso.

Formulamos las hipótesis estadísticas

H1: La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de obras de construcción con áreas de difícil acceso.

Ho: La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados no favorece la investigación forense de obras de construcción con áreas de difícil acceso.

Nivel de confianza:

Confianza 95%

Significancia (alfa) 5%

Prueba estadística a emplear:

La prueba estadística a emplear es el Chi cuadrado.

Tabla 5. Asociación entre los ítems de fotogrametría y el tipo de obra de construcción que se inspeccionó

Ítems		Tipo de obra de construcción que se inspeccionó												p
		Vivienda		Puente		Reservorio		Colegio		Losa deportiva		Otros		
		n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	
Programa que se utilizó para la planificación del vuelo del dron	No menciona	3	50.0%	2	28.6%	1	33.3%	4	44.4%	4	50.0%	4	57.1%	0.914
	Dronelink	3	50.0%	5	71.4%	2	66.7%	5	55.6%	4	50.0%	3	42.9%	
	Otros	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Tipo de dron que se utilizó para el trabajo	Phantom	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	NC
	Mavic	6	100.0%	7	100.0%	3	100.0%	9	100.0%	8	100.0%	7	100.0%	
	Otros	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Programa que se utilizó para el	Metashape	5	83.3%	6	85.7%	1	33.3%	7	77.8%	7	87.5%	6	85.7%	0.667
	Pix4Dmapper	1	16.7%	1	14.3%	1	33.3%	1	11.1%	0	0.0%	0	0.0%	

procesamiento de datos	Otros	0	0.0%	0	0.0%	1	33.3%	1	11.1%	1	12.5%	1	14.3%	
Instrumento se utilizó para corroborar la fotogrametría	GPS diferencial	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0.431
	GPS de mano	6	100.0%	6	85.7%	3	100.0%	8	88.9%	5	62.5%	6	85.7%	
	Wincha	0	0.0%	1	14.3%	0	0.0%	1	11.1%	3	37.5%	1	14.3%	
	Otros	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Medida que se obtuvo mediante la fotogrametría	Longitud	6	100.0%	7	100.0%	3	100.0%	9	100.0%	6	75.0%	6	85.7%	0.304
	Área	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	2	25.0%	1	14.3%	
	Volumen	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Margen de error que se obtuvo en la fotogrametría	+/- 5 cm	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	NC
	+/- 15 cm	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	+/- 30 cm	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	No menciona	6	100.0%	7	100.0%	3	100.0%	9	100.0%	8	100.0%	7	100.0%	
Altura de vuelo del dron para las tomas fotográficas	10 a 49 m	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	1	14.3%	0.196
	50 a 79 m	6	100.0%	4	57.1%	1	33.3%	8	88.9%	7	87.5%	5	71.4%	
	80 a 100 m	0	0.0%	3	42.9%	2	66.7%	1	11.1%	1	12.5%	1	14.3%	
	más de 100 m	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Angulo de inclinación de la cámara del dron	-90°	5	83.3%	2	28.6%	3	100.0%	3	33.3%	7	87.5%	6	85.7%	0.018
	-75°	1	16.7%	5	71.4%	0	0.0%	6	66.7%	1	12.5%	1	14.3%	
	Otra media	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Porcentaje de traslape de las fotografías	40%	0	0.0%	1	14.3%	0	0.0%	0	0.0%	1	12.5%	2	28.6%	0.315
	60%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	70%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	2	25.0%	1	14.3%	
	No precisa	6	100.0%	6	85.7%	3	100.0%	9	100.0%	5	62.5%	4	57.1%	
Velocidad de vuelo del dron para las tomas fotográficas	10 a 20 km/h	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0.370
	20 a 30 km/h	0	0.0%	1	14.3%	0	0.0%	0	0.0%	2	25.0%	2	28.6%	
	Más de 30 km/h	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	No precisa	6	100.0%	6	85.7%	3	100.0%	9	100.0%	6	75.0%	5	71.4%	

p= prueba de independencia de variables. NC= no calculado

Criterio de decisión:

En la tabla 4 se observa que la distribución de los ítems de fotogrametría es similar en los distintos tipos de obras de construcción; sin embargo, en cuanto al ángulo de inclinación de la cámara del dron, las viviendas, reservorios y losas deportivas presentan en su mayoría -90°; en cambio en los puentes y colegios se utiliza en su mayoría -70°; el p-valor= 0.018<0.05

Decisión y conclusión

Por lo tanto, el ángulo de inclinación de la cámara de dron está asociada significativamente con el tipo de obra de construcción, es decir la hipótesis H1: La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de obras de construcción con áreas de difícil acceso es aceptada.

Hipótesis específica 02.

La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de obras hidráulicas con áreas de difícil acceso.

Formulamos las hipótesis estadísticas

H1: La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de obras hidráulicas con áreas de difícil acceso.

H0: La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados no favorece la investigación forense de obras hidráulicas con áreas de difícil acceso.

Nivel de confianza:

Confianza 95%

Significancia (alfa) 5%

Prueba estadística a emplear:

La prueba estadística a emplear es el Chi cuadrado.

Tabla 6. Asociación entre los ítems de fotogrametría y el tipo de obra hidráulica que se inspeccionó

Ítems	Tipo de obra hidráulica que se inspeccionó								p
	Canales de riego		Captaciones		Represa		Otros		
	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	
No menciona	0	0.0%	2	28.6%	0	0.0%	1	33.3%	0.662

Programa que se utilizó para la planificación del vuelo del dron	Dronelink	2	100.0%	5	71.4%	0	0.0%	2	66.7%	
	Otros	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Tipo de dron que se utilizó para el trabajo	Phantom	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	NC
	Mavic	2	100.0%	7	100.0%	0	0.0%	3	100.0%	
	Otros	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Programa que se utilizó para el procesamiento de datos	Metashape	0	0.0%	7	100.0%	0	0.0%	2	66.7%	0.015
	Pix4Dmapper	2	100.0%	0	0.0%	0	0.0%	1	33.3%	
	Otros	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Instrumento se utilizó para corroborar la fotogrametría	GPS diferencial	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	NC
	GPS de mano	2	100.0%	7	100.0%	0	0.0%	3	100.0%	
	Wincha	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	Otros	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Medida que se obtuvo mediante la fotogrametría	Longitud	2	100.0%	7	100.0%	0	0.0%	3	100.0%	NC
	Área	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	Volumen	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Margen de error que se obtuvo en la fotogrametría	+/- 5 cm	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	NC
	+/- 15 cm	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	+/- 30 cm	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	No menciona	2	100.0%	7	100.0%	0	0.0%	3	100.0%	
Altura de vuelo del dron para las tomas fotográficas	10 a 49 m	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0.547
	50 a 79 m	1	50.0%	6	85.7%	0	0.0%	2	66.7%	
	80 a 100 m	1	50.0%	1	14.3%	0	0.0%	1	33.3%	
	más de 100 m	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Angulo de inclinación de la cámara del dron	-90°	2	100.0%	6	85.7%	0	0.0%	3	100.0%	0.677
	-75°	0	0.0%	1	14.3%	0	0.0%	0	0.0%	
	Otra media	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Porcentaje de traslape de las fotografías	40%	1	50.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0.065
	60%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	70%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	No precisa	1	50.0%	7	100.0%	0	0.0%	3	100.0%	
	10 a 20 km/h	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	NC

Velocidad de vuelo del dron para las tomas fotográficas	20 a 30 km/h	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	Más de 30 km/h	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	No precisa	2	100.0%	7	100.0%	0	0.0%	3	100.0%	
p= prueba de independencia de variables. NC= no calculado										

Criterio de decisión:

En la tabla 5 se observa que la distribución de los ítems de fotogrametría es similar en los distintos tipos de obras hidráulicas; sin embargo, en cuanto al programa que se utilizó para el procesamiento de datos, el 100% de las captaciones utilizaron Metashape, mientras que, el 100% de canales de riego utilizan Pix4Dmapper; además, en la prueba de independencia de variables (Chi-cuadrado) se encontró $p\text{-valor} = 0.015 < 0.05$

Decisión y conclusión

Por lo tanto, el programa que se utiliza para el procesamiento de datos está asociado significativamente con el tipo de obra hidráulica, es decir la hipótesis H1: La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de obras hidráulicas con áreas de difícil acceso es aceptada.

Hipótesis específica 03.

La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de obras viales con áreas de difícil acceso.

Formulamos las hipótesis estadísticas

H1: La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de obras viales con áreas de difícil acceso.

H0: La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados no favorece la investigación forense de obras viales con áreas de difícil acceso.

Nivel de confianza:

Confianza 95%

Significancia (alfa) 5%

Prueba estadística a emplear:

La prueba estadística a emplear es el Chi cuadrado.

Tabla 7. Asociación entre los ítems de fotogrametría y el tipo de obra vial que se inspeccionó

Ítems		Tipo de obra vial que se inspeccionó								p
		Carreteras		Autopistas		Obras de drenaje		Otros		
		n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	
Programa que se utilizó para la planificación del vuelo del dron	No menciona	6	66.7%	4	80.0%	2	50.0%	0	0.0%	0.077
	Dronelink	3	33.3%	1	20.0%	2	50.0%	1	50.0%	
	Otros	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	1	50.0%	
Tipo de dron que se utilizó para el trabajo	Phantom	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	NC
	Mavic	9	100.0%	5	100.0%	4	100.0%	2	100.0%	
	Otros	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Programa que se utilizó para el procesamiento de datos	Metashape	7	77.8%	3	60.0%	3	75.0%	1	50.0%	0.846
	Pix4Dmapper	1	11.1%	1	20.0%	1	25.0%	1	50.0%	
	Otros	1	11.1%	1	20.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Instrumento se utilizó para corroborar la fotogrametría	GPS diferencial	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0.306
	GPS de mano	8	88.9%	3	60.0%	4	100.0%	2	100.0%	
	Wincha	1	11.1%	2	40.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	Otros	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Medida que se obtuvo mediante la fotogrametría	Longitud	9	100.0%	5	100.0%	4	100.0%	2	100.0%	NC
	Área	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	Volumen	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Margen de error que se obtuvo en la fotogrametría	+/- 5 cm	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	NC
	+/- 15 cm	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	+/- 30 cm	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	

	No menciona	9	100.0%	5	100.0%	4	100.0%	2	100.0%	
Altura de vuelo del dron para las tomas fotográficas	10 a 49 m	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0.185
	50 a 79 m	2	22.2%	3	60.0%	2	50.0%	2	100.0%	
	80 a 100 m	7	77.8%	2	40.0%	2	50.0%	0	0.0%	
	más de 100 m	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Angulo de inclinación de la cámara del dron	-90°	8	88.9%	4	80.0%	4	100.0%	1	50.0%	0.418
	-75°	1	11.1%	1	20.0%	0	0.0%	1	50.0%	
	Otra media	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Porcentaje de traslape de las fotografías	40%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	1	50.0%	0.099
	60%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	70%	1	11.1%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	No precisa	8	88.9%	5	100.0%	4	100.0%	1	50.0%	
Velocidad de vuelo del dron para las tomas fotográficas	10 a 20 km/h	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	NC
	20 a 30 km/h	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	Más de 30 km/h	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	No precisa	9	100.0%	5	100.0%	4	100.0%	2	100.0%	

p= prueba de independencia de variables. NC= no calculado

Criterio de decisión:

En la tabla 6 se observa que la distribución de los ítems de fotogrametría es similar en los distintos tipos de obras viales; además, en la prueba de independencia de variables (Chi-cuadrado) se encontró $p\text{-valor} > 0.05$

Decisión y conclusión

Por lo tanto, los ítems de fotogrametría no están asociados con el tipo de obra vial, es decir la hipótesis H_0 : La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados no favorece la investigación forense de obras viales con áreas de difícil acceso es aceptada.

Hipótesis específica 04.

La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de estructuras con áreas de difícil acceso.

Formulamos las hipótesis estadísticas

H1: La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de estructuras con áreas de difícil acceso.

Ho: La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados no favorece la investigación forense de estructuras con áreas de difícil acceso.

Nivel de confianza:

Confianza 95%

Significancia (alfa) 5%

Prueba estadística a emplear:

La prueba estadística a emplear es el Chi cuadrado.

Tabla 8. Asociación entre los ítems de fotogrametría y el tipo de obra de estructura que se inspeccionó.

Ítems		Tipo de obra de estructura que se inspeccionó								p
		Metálicas		Concreto armado		Madera		Otros		
		n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	
Programa que se utilizó para la planificación del vuelo del dron	No menciona	2	50.0%	2	50.0%	0	0.0%	0	0.0%	0.638
	Dronelink	2	50.0%	2	50.0%	0	0.0%	1	100.0%	
	Otros	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Tipo de dron que se utilizó para el trabajo	Phantom	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	NC
	Mavic	4	100.0%	4	100.0%	0	0.0%	1	100.0%	
	Otros	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	Metashape	2	50.0%	3	75.0%	0	0.0%	1	100.0%	0.57

Programa que se utilizó para el procesamiento de datos	Pix4Dmapper	2	50.0%	1	25.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	Otros	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Instrumento se utilizó para corroborar la fotogrametría	GPS diferencial	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0.200
	GPS de mano	4	100.0%	2	50.0%	0	0.0%	1	100.0%	
	Wincha	0	0.0%	2	50.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	Otros	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Medida que se obtuvo mediante la fotogrametría	Longitud	4	100.0%	4	100.0%	0	0.0%	1	100.0%	NC
	Área	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	Volumen	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Margen de error que se obtuvo en la fotogrametría	+/- 5 cm	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	NC
	+/- 15 cm	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	+/- 30 cm	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	No menciona	4	100.0%	4	100.0%	0	0.0%	1	100.0%	
Altura de vuelo del dron para las tomas fotográficas	10 a 49 m	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0.011
	50 a 79 m	4	100.0%	4	100.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	80 a 100 m	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	1	100.0%	
	más de 100 m	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Angulo de inclinación de la cámara del dron	-90°	4	100.0%	4	100.0%	0	0.0%	0	0.0%	0.011
	-75°	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	1	100.0%	
	Otra media	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
Porcentaje de traslape de las fotografías	40%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	NC
	60%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	70%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	No precisa	4	100.0%	4	100.0%	0	0.0%	1	100.0%	
Velocidad de vuelo del dron para las tomas fotográficas	10 a 20 km/h	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	NC
	20 a 30 km/h	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	Más de 30 km/h	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	No precisa	4	100.0%	4	100.0%	0	0.0%	1	100.0%	

p= prueba de independencia de variables. NC= no calculado

Criterio de decisión:

En la tabla 7 se observa que la distribución de los ítems de fotogrametría es similar en los distintos tipos de obras de estructura; sin embargo, en la prueba de independencia de variables (Chi-cuadrado) se encontró $p\text{-valor} = 0.011 < 0.05$ para la altura del vuelo del dron y el ángulo de inclinación de la cámara del dron.

Decisión y conclusión

Por lo tanto, estos dos ítems tienen asociación significativa con el tipo de obra de estructura, es decir la hipótesis H1: La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de estructuras con áreas de difícil acceso es aceptada.

4.1.3. Discusión de resultados

A partir de los resultados obtenidos, aceptamos la hipótesis alternativa general donde menciona que la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación civil forense de obras con áreas de difícil acceso.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Morales, (2020) en su trabajo de investigación “Aplicación de fotogrametría con dron para la actualización de los factores físicos del catastro urbano del distrito de Ticapampa – Recuay – Ancash” y Cesti, (2020) en su trabajo de investigación “Propuesta de implementación de equipo dron RPA para mejorar la productividad de inspección de una línea de transmisión eléctrica en alta tensión”, quienes señalan que la aplicación de fotogrametría con equipos dron (equipos aéreos no tripulados) facilita, favorece y mejora la productividad en inspección, asimismo en la actualización de factores físicos de áreas con difícil acceso. Esto es acorde con lo que en este estudio se halla.

En lo que respecta la fotogrametría es similar en los distintos tipos de obras de construcción; en cuanto al ángulo de inclinación de la cámara del dron, las viviendas, reservorios

y losas deportivas presentan en su mayoría -90° ; en cambio en los puentes y colegios se utiliza en su mayoría -70° ; el p -valor= $0.018 < 0.05$; entonces, el ángulo de inclinación de la cámara de dron está asociada significativamente con el tipo de obra de construcción.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Hernández, Gerardo, et al. (2017), en su trabajo de investigación "Identificación de objetos mediante un equipo aéreo no tripulado", Gómez, J., & Tascón, A. (2019), en su trabajo de investigación "Metodología y aplicación práctica para la inspección de edificios agroindustriales mediante drones" y Claros et al., (2016), en su trabajo de investigación "Aplicación de fotogrametría aérea en levantamientos topográficos mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados", quienes señalan que el ángulo de inclinación de la cámara está relacionado con el grado de detalle en la identificación de objetos, asimismo la fotogrametría planimétrica está relacionada con ángulos de inclinación de la cámara a -90 grados, y la fotogrametría tridimensional está relacionada con ángulos de inclinación de -70 grados. Esto es acorde con lo que en este estudio se halla.

En lo respecta al programa que se utilizó para el procesamiento de datos, el 100% de las captaciones utilizaron Metashape, mientras que, el 100% de canales de riego utilizan Pix4Dmapper; además, en la prueba de independencia de variables (Chi-cuadrado) se encontró p -valor= $0.015 < 0.05$; entonces, el programa que se utiliza para el procesamiento de datos está asociado significativamente con el tipo de obra hidráulica, estos resultados no guardan relación alguna con diferentes autores, tales como: Sancho, et al., (2021), en su trabajo de investigación "aplicación de la fotogrametría con drones al control deformacional de estructuras y terreno", Diego Alcántara, J. (2021), en su trabajo de investigación "Evaluación del costo y confiabilidad de fotogrametría con drones en obras de alcantarillado en centro poblado imperial Huancavelica - 2021" e Hinostroza Quijada P., (2021), en su trabajo de investigación "evaluación de errores

máximos permisibles entre levantamiento topográfico empleando dron y sistema de posicionamiento global diferencial”, donde utilizan distintos programas para el procesamiento de datos en canales de riego y captación, tales como: ReCap, AliceVision Meshroom, Colmap, GlobalMapper, entre otros.

En lo que respecta a la altura del vuelo del dron, en la prueba de independencia de variables (Chi-cuadrado) se encontró $p\text{-valor} = 0.011 < 0.05$ para la altura del vuelo del dron y el ángulo de inclinación de la cámara del dron; esto indica que estos dos ítems tienen asociación significativa con el tipo de obra de estructura.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Estrada y Ñaupari, (2021) en su trabajo de investigación “Detección e identificación de comunidades vegetales altoandinas, Bofedal y Tolar de Puna Seca mediante ortografías RGB y NDBI en drones de sistema aéreo no tripulado”, Meza Zapata, D. (2022), en su trabajo de investigación "Análisis comparativo de un levantamiento fotogramétrico con diferentes alturas de vuelo y cantidades de puntos de apoyo usando drones" y Apaza Calisaya, E. (2021) en su trabajo de investigación "Influencia de altura de vuelo con tecnologías VANT en el diseño geométrico de la carretera Yanamayo Chinchero, Puno 2021." (2021), concuerdan que los datos recolectados para la fotogrametría a 25 metros de altura proporcionan mayor margen de error provocada por la refracción, los datos obtenidos a partir de los 50 metros hasta los 70 metros de altura son consideradas medidas óptimas para realizar la fotogrametría debido a su margen de error reducido.

Pero, en lo que no concuerda el estudio de estos autores referidos con la altura del vuelo del dron y el ángulo de inclinación del presente trabajo de investigación, son en las medidas mayores a 100 metros (Calisaya, 2021) menciona que la fotogrametría con medidas mayores a los 100 metros es aceptable siempre en cuando cuenten con puntos de control, (Meza, 2022) menciona

que la fotogrametría con medidas mayores a los 100 metros son solo para inspección visual más no para trabajos de topografía debido a la refracción en las imágenes al ser tomadas desde esa altura.

En lo que respecta a la recolección de datos de los informes periciales de ingeniería civil forense donde se utilizó drones para la investigación, se pudo constatar que el 100% de estos informes periciales no cuentan con datos relevantes para dar mayor confiabilidad, las cuales son: porcentaje de traslape de las fotografías, velocidad del vuelo del dron para las tomas fotográficas y el margen de error que se obtuvo en la fotogrametría. Esto acorde con el estudio de Jaramillo Chamba, J. R. (2018), en su trabajo de investigación "Diseño de un marco metodológico para análisis forense de drones usados para inspección en obras civiles" y Orozco Palacios, H. C. (2021), en su trabajo de investigación "Creación de una empresa de servicios con tecnología Drone para recolección de datos, video y fotografía para obras civiles y construcción", donde hacen mención aspectos importantes al momento de generar el informe las cuales son: calibración de la cámara, posiciones de las cámaras, puntos de control terrestre y los parámetros de procesamiento.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. Se determinó que la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación civil forense de obras con áreas de difícil acceso. Según los resultados obtenidos, al utilizar la fotogrametría en la investigación civil forense favorece mejorando los tiempos en la recolección de información de indicios y/o evidencias, asimismo se determinó que el 49.40% de las investigaciones civil forense fueron realizadas de manera indirecta debido a que las obras se encontraban en lugares inaccesibles, inseguros o con difícil acceso y estos fueron realizados con la ayuda de un vehículo aéreo no tripulado (DRON).

2. Se identificó que la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense en obras de construcción con áreas de difícil acceso. Según los resultados obtenidos, el 48.15% de las investigaciones civil forense fueron realizadas en obras de construcción tales como: viviendas, colegios, losas deportivas, parques, puentes, entre otros. Asimismo, la fotogrametría realizada en obras de construcción está asociada con el ángulo de inclinación de la cámara del dron donde la prueba de independencia de variables (Chi-cuadrado) se encontró $p\text{-valor}=0.018 < 0.05$, lo que indica que está asociada significativamente con el tipo de obra de construcción.

3. Se analizó que la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense en obras hidráulicas con áreas de difícil acceso. Según los resultados, el

14.81% de las investigaciones civil forense fueron realizadas en obras hidráulicas tales como: canales de riego, capitación, represa, reservorio, entre otros. Asimismo, en la prueba de independencia de variables (Chi-cuadrado) se encontró $p\text{-valor} = 0.015 < 0.05$ lo que indica que el programa que se utiliza para el procesamiento de datos de la fotogrametría está asociado significativamente con el tipo de obra hidráulica.

4. Se determinó que la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados no favorece la investigación forense en obras viales con áreas de difícil acceso. Según los resultados, en la prueba de independencia de variables (Chi-cuadrado) se encontró $p\text{-valor} > 0.05$; esto indica que los ítems de fotogrametría no están asociados con el tipo de obra vial, debido a las limitaciones del tiempo de vuelo del dron y las longitudes extensas de las obras viales.

5. Se determinó que la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de estructuras con áreas de difícil acceso. Según los resultados, el 12.35% de las investigaciones civil forense fueron realizadas en obras estructurales tales como: estructuras metálicas, estructuras en madera, estructuras mixtas, entre otros. Asimismo, en la prueba de independencia de variables (Chi-cuadrado) se encontró $p\text{-valor} = 0.011 < 0.05$ esto indica que la altura del vuelo del dron y el ángulo de inclinación de la cámara del dron tienen asociación significativa con el tipo de estructura a analizar en la fotogrametría.

5.2. Recomendaciones

1. Se recomienda a los maestrantes seguir estudiando el uso de la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados en la investigación forense y la digitalización de esta en modelos tridimensionales para un estudio más detallado del área de inspección. Asimismo, normalizar las alturas de vuelo e inclinación de la cámara del dron para trabajo de levantamiento topográfico.

2. Sería deseable que los ingenieros forenses en futuras investigaciones determinen el margen de error existente en la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados y el porcentaje de confiabilidad en el uso de estos equipos en la investigación forense, debido a que la innovación y los avances tecnológicos deberían ayudar a disminuir fallas, dando mayor confiabilidad a los resultados obtenidos en la investigación.

3. Se recomienda al Ministerio Público implementar el uso de vehículos aéreos no tripulados (DRON) en las distintas áreas forenses que requiera inspección fiscal insitu; como obras de construcción, hidráulicas, viales, estructuras de difícil acceso; para mejorar la productividad y eficiencia en los trabajos de investigación.

4. Se recomienda a los peritos forenses considerar datos relevantes tales como: (margen de error que se obtuvo en la fotogrametría, velocidad de vuelo del dron, porcentaje de traslape de las fotografías y la condición atmosférica al momento del vuelo del dron) en los informes periciales oficiales de ingeniería civil forense donde utilicen drones para este tipo de trabajo de investigación.

REFERENCIAS

- Acón Villalobos, C. M., & Araya Muñoz, E. T. Elaboración de una herramienta para registrar las fallas constructivas en proyectos de construcción basada en el abordaje de la ingeniería civil forense.
- Acón Villalobos, C., Araya Muñoz, T. (2019). Elaboración de una herramienta para registrar las fallas constructivas en proyectos de construcción basada en el abordaje de la Ingeniería Civil Forense.
- ANTHONCODE. (2018). Características de DJI PHANTOM 4 Pro. Recuperado de <https://anthoncode.com/caracteristicas-de-dji-phantom-4-pro/>
- Arispe Alburqueque C., Et Al (2020). La investigación científica, una aproximación para estudios de posgrado
- Audeves Pérez, S., Solís-Carcaño, R., Álvarez-Romero, S., & Martínez-Álvarez, A. (2013). Causas de fallas constructivas presentadas en proyectos viviendas. Compilación artículos de administración y tecnología para la arquitectura, diseño e ingeniería, 117-133.
- Benítez, A. R. (2012). El método científico en la ingeniería estructural forense. Bolivia. Recuperado el noviembre de 2018, de <https://jornadasaie.org.ar/Nuevositio/wpcontent/themes/jornadas-aie-nteriores/2012/contenidos/trabajos/71.pdf>
- Buill, F., Jordana, J. J. R., & Andrés, M. A. N. (2008). Fotogrametría arquitectónica (Vol. 55). Universitat Politecnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politecnica.
- Cesti Días, S. (2020). Propuesta de implementación de equipo rpa para mejorar la productividad de inspección de una línea de transmisión eléctrica en alta tensión.
- Cheli, A. E. (2011). Introducción a la Fotogrametría y su evolución.

- Comité de Investigación Forense. (2018). Guidelines for Failure Investigation. (Segunda Edición). American Society of Civil Engineers. Recuperado el 13 de noviembre de 2018, de <https://ascelibrary-org.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/doi/pdf/10.1061/9780784415122>.
- Costales Acurio, G. A. (2018). Análisis comparativo entre los software de prueba Agisoft Photoscan y Pix4D para el procesamiento de datos obtenidos con fotogrametría de vehículo aéreo no tripulado (UAV) de bajo costo aplicado a proyectos de medio ambiente.
- Cruz, J., & Gutiérrez, J. (2018). Evaluación superficial de vías urbanas empleando vehículo aéreo no tripulado (VANT). Métodos y materiales, 8(1), 23-32. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6936426>.
- Fernández de Castro Martínez, G., Vázquez Selem, L., Palacio Prieto, J. L., Peralta Higuera, A., & García Romero, A. (2018). Geomorfometría y cálculo de erosión hídrica en diferentes litologías a través de fotogrametría digital con drones. Investigaciones geográficas, (96).
- García, A. (2004). La ingeniería Forense Su aplicación a la investigación de los siniestros viales.
- Gómez Sánchez, E. A., & Mayorga Beltrán, S. (2020). Manual de topografía aplicado a la recolección y procesamiento de datos tomados con drones en procesos forenses.
- Grases, J. (2012). Patología e ingeniería forense casos y lecciones.
- Grases, J., Gutiérrez, A., & Jiménez, R. S. Vulnerabilidad no tolerable y accidentes. casos y lecciones en la Ingeniería Estructural.
- Guzmán Ferro, J. (2017). Valor pericial de imágenes satelitales en delitos contra los bosques o formaciones boscosas en la Región Ucayali.
- Henríquez E, Zepeda M. (2004). Elaboración de un artículo científico de investigación. de Ciencia forense.
- Hernández E, Zepeda M. (2004). Elaboración de un artículo científico de investigación de ciencia.

Hernández R, Mendoza C. (2018) Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas.

Hilario Tacca, Q. (2015). Comparación de resultados obtenidos de un levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con drones al método tradicional.

<https://dronelink.com.pe>

<https://fenercom.com>

<https://scielo.org/es>

<https://www.dji.com/>

Ignacio Mendiola, G. (2018). El dispositivo del dron: entre la vigilancia securitaria y la necropolítica. *Convergencia Revista de Ciencias Sociales*, 0–24.

Instituto Nacional de Salud (2007). Breve guía de estilo para la redacción científica.

Joshua Cristian, R. (2019). Comportamiento Flocado para Coordinar Enjambres de Drones para la Búsqueda de Objetivos.

Lafaurie Bejarano, C. A., & Celis Muñoz, O. A. (2022). Aplicación de métodos de búsqueda de evidencia forense en escenas del crimen utilizando UAV para su preservación y reconstrucción digital.

Linares Ruiz, C. M. Aporte de las diversas disciplinas de la Geomática al área Forense
Contribution of the various disciplines of Geomatics to the Forensic area.

Mendiola Gonzalo, I. (2018). El dispositivo del dron: entre la vigilancia securitaria y la necropolítica. Recuperado de <http://orcid.org/0000-0002-2703-5743>

Morales Albarado, Y. (2020). Aplicación de fotogrametría con dron para la actualización de los factores físicos del catastro urbano.

- Neftaly Gijón, Y., Et al (2021). Evaluación de productos fotogramétricos de una unidad kárstica obtenidos con un dron, recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/348834436>
- Perez Renteria, L. A., & Villar Casani, M. A. (2020). Sistema aéreo de vigilancia por Drones para prevenir y disminuir el nivel de inseguridad ciudadana en el Distrito de San Martín de Porres Lima
- Pineda E. Alvarado E. ed. (2008). Metodología de la investigación. 3° ed. Washington.
- Pozuelo, F. B., Andrés, M. A. N., & Jordana, J. R. (2003). Fotogrametría analítica (Vol. 79). Univ. Politèc. de Catalunya.
- Quirós Rosado, E. (2014). Introducción a la Fotogrametría y Cartografía aplicadas a la Ingeniería Civil.
- René Alberto, C., Guevara Aguilar, A., Pacas Cruz, N. (2016). Aplicación de Fotogrametría Aérea en Levantamientos Topográficos mediante el uso de Vehículos Aéreos no Tripulados.
- Reynoso, A. B. El Método Científico en la Ingeniería Estructural Forense.
- Rodríguez González, LB (2019). Ingeniería Forense; algunos casos de la Ciudad de México.
- Sancho Gómez-Zurdo, R., Galán Martín, D., González-Rodrigo, B., Marchamalo Sacristán, M., & Martínez Marín, R. (2021). Aplicación de la fotogrametría con drones al control deformacional de estructuras y terreno.
- SCIENTEC. (2019). Agisoft PhothoScan. Recuperado de <https://www.scientec.com.mx/agisoftphotoscan/>
- Tello-Cifuentes, L., Aguirre-Sánchez, M., Díaz-Paz, J. P., & Hernández, F. (2021). Evaluación de daños en pavimento flexible usando fotogrametría terrestre y redes neuronales. TecnoLógicas, 24(50), 59-71.

- Torres Nieto, Álvaro (2000). Topografía con drones 4ta Edición. Colombia: Prentice Hall.
- Universidad de Piura. (2011). Guía para la elaboración de citas y referencias bibliográficas, según el estilo Vancouver.
- Valverde, S. A., Appel, A. F., & Rimolo-Donadio, R. (2018). Fotogrametría terrestre con sistemas aéreos autónomos no tripulados. *Investiga. Tec*, (31), 4-4.
- Vázquez Selem, L., Palacio Prieto, J., Peralta Higuera, A. (2018). Geomorfometría y cálculo de erosión hídrica en diferentes litologías a través de fotogrametría digital con drones, recuperado de www.investigacionesgeograficas.unam.mx

Anexos

Anexo 01: Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Diseño metodológico
<p>Problema general ¿Como la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de obras con áreas de difícil acceso, Lima - 2022?</p> <p>Problemas específicos a) ¿Cómo la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense en obras de construcción con áreas de difícil acceso, Lima - 2022? b) ¿Cómo la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la</p>	<p>Objetivo General Determinar como la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de obras con áreas de difícil acceso.</p> <p>Objetivos Específicos a) Identificar como la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense en obras de construcción con áreas de difícil acceso. b) Analizar como la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la</p>	<p>Hipótesis general La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de obras con áreas de difícil acceso.</p> <p>Hipótesis específicas a) La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de obras de construcción con áreas de difícil acceso. b) La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de obras hidráulicas con áreas de difícil acceso.</p>	<p>Variable 1: Fotogrametría Dimensiones: <u>Tecnología:</u> Es un proceso que tiene la capacidad de transformar algo que ya existe en algo nuevo para darle otra función. <u>Medidas fiables:</u> Es la interpretación a la validez de las medidas relacionada con otras. <u>Fotografías y videos:</u> en la investigación civil forense, tiene como finalidad mostrar gráficamente los elementos como muestra de la investigación.</p>	<p><u>Tipo de investigación:</u> Por naturaleza del estudio fue Aplicada.</p> <p><u>Método y diseño de la investigación:</u> El método de investigación es inductivo – deductivo, y el diseño de la investigación es No Experimental.</p> <p><u>Población y muestra:</u> La población está constituida por el infinito, ya que las áreas de difícil acceso son diversas y no clasificables.</p> <p><u>Muestreo:</u> El muestreo es No Probabilístico, ya que se</p>

<p>investigación forense en obras hidráulicas con áreas de difícil acceso, Lima - 2022?</p> <p>c) ¿Cómo la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense en obras viales con áreas de difícil acceso, Lima - 2022?</p> <p>d) ¿Cómo la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense en estructuras con áreas de difícil acceso, Lima - 2022?</p>	<p>investigación forense en obras hidráulicas con áreas de difícil acceso.</p> <p>c) Determinar como la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense en obras viales con áreas de difícil acceso.</p> <p>d) Determinar cómo la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense en estructuras con áreas de difícil acceso.</p>	<p>c) La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense de obras viales con áreas de difícil acceso.</p> <p>d) La fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados favorece la investigación forense en estructuras con áreas de difícil acceso.</p>	<p>Variable 2: Ingeniería Civil Forense</p> <p>Dimensiones</p> <p><u>Trabajo de campo:</u> El trabajo de campo se basa en métodos tales como: método de observación y recolección de datos, que es esencial para el desarrollo de una investigación.</p> <p><u>Objetos físicos:</u> la definición más objetiva sería que son objetos físicos que contienen masa que están en un lugar determinado.</p>	<p>selecciona directamente de manera cuidadosa y controlada las investigaciones civiles forense de obras con características específicas (Arispe Alburqueque C., Et Al 2020)</p>
--	---	--	--	--

Anexo 02: Instrumentos**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS:
FOTOGRAMETRÍA****TECNOLOGIA**

¿Qué programa que se utilizó para la planificación del vuelo del dron?:

Dronelink () No menciona () Otros:_____

¿Qué dron que se utilizó para el trabajo?:

Phantom () Mavic () Otros:_____

¿Qué programa se utilizó para el procesamiento de datos?:

Metashape () Pix4Dmapper () Otros:_____

MEDIDAS FIABLES

¿Qué otro instrumento se utilizó para corroborar la fotogrametría?

GPS diferencial () GPS de mano () Wincha () Otros ()

¿Qué medidas se obtuvo mediante la fotogrametría?

Longitud () Área () Volumen ()

¿Cuál es el margen de error que se obtuvo en la fotogrametría?

+/- 5cm () +/- 15 cm () +/- 30 cm () No menciona ()

FOTOGRAFÍAS Y VIDEOS

Altura de vuelo del dron para las tomas fotográficas:

10 a 49 m () 50 a 79 m () 80 a 100 m () mas de 100 m ()

Angulo de inclinación de la cámara del dron:

-90° () -75° () Otra media de ángulo ()

Porcentaje de traslape de las fotografías:

40% () 60% () 70% () otros () No precisa ()

Velocidad de vuelo del dron para las tomas fotográficas:

10 a 20 km/h () 20 a 30 km/h () Más de 30 km/h () No especifica ()

INVESTIGACIÓN FORENSE

TRABAJO DE CAMPO

Inspección visual:

Directa () Indirecta ()

Condiciones atmosféricas al momento del trabajo

Soleado () Lluvioso () Nublado () No especifica ()

Valoración de velocidades del viento al momento del trabajo

Tranquilo () Suave () Moderado () Fuerte () No menciona ()

OBJETOS FÍSICOS

¿Qué tipo de obra de construcción se inspeccionó?

Vivienda () Puente () Reservorio () Colegio () Losa deportiva () Otros: _____

¿Qué tipo de obra hidráulica se inspeccionó?:

Canales de riego () Captaciones () Represa () Otros: _____

¿Qué tipo de obra vial se inspeccionó?:

Carreteras () Autopistas () obras de drenaje () Otros: _____

¿Qué tipo de obra de estructura se inspeccionó? :

Metálicas () Concreto armado () Madera () Otros: _____

Anexo 03: Validez del instrumento

Validación de experto numero 01

CARTA DE PRESENTACIÓN

Mgtr. CHAVEZ PECHO WILMER CARLOS

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante del programa de MAESTRÍA EN CIENCIA CRIMINALÍSTICA requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para desarrollar mi investigación y con la cual optaré el grado de MAESTRO.

El título nombre de mi proyecto de investigación es: "FOTOGRAMETRÍA CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS EN INVESTIGACIÓN CIVIL FORENSE DE OBRAS CON ÁREAS DE DIFÍCIL ACCESO, HUANCAYO - 2022" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a Usted, ante su connotada experiencia en temas de COORDENADAS GNSS Y DRONES

El expediente de validación que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole los sentimientos de respeto y consideración, me despido de Usted, no sin antes agradecer por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



Ing. Michael Erick Huamán Yaranga

DNI: 46855362

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable 1: Fotogrametría

Es el arte, ciencia y tecnología para la obtención de medidas fiables de objetos físicos y su entorno, a través de grabación, medida e interpretación de imágenes y patrones de energía electromagnética radiante y otros fenómenos.

Dimensiones de las variables:

Tecnología: La tecnología es un proceso, asimismo es la capacidad de transformar o convertir algo que ya existe y transformarlo en algo nuevo para darle otra función.

Medidas fiables: Es aquella que facilita la interpretación a la validez de las medidas, asimismo hace referencia a la propiedad de que la medida utiliza sea relacionada con otras medidas para dar validez.

Objetos físicos: un objeto físico es un cuerpo con masa, que se extiende en tres dimensiones por el espacio, posee un posición y orientación en el espacio y tiempo.

Variable 2: Investigación civil forense

La investigación civil forense es aquel que involucra el trabajo de campo, seguridad de la construcción, estudio de los planos arquitectónicos y estructurales incluyendo sketches del prediseño, fotografías y videos, observación detallada de daños estructurales y el estudio de posible causa de daño y/o siniestro.

Dimensiones de las variables:

Trabajo de campo: El trabajo de campo es un método de observación y recolección de datos, que es fundamental en el desarrollo de una investigación.

Fotografías y videos: en la investigación civil forense, tiene como finalidad mostrar gráficamente tanto los elementos ocupados íntegramente, así como diferentes procesos que demuestran el trabajo pericial.

Matriz de operacionalización de variables

Variable 1: FOTOGRAMETRÍA

Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa (Niveles o rangos)
Tecnología	Programa a utilizar	Nominal	Ítem 01
	Dron a utilizar	Nominal	Ítem 02
	Procesamiento de datos	Nominal	Ítem 03
Medidas fiables	Longitudes	Nominal	Ítem 04
	Áreas	Nominal	Ítem 05
	Volumen	Nominal	Ítem 06
Fotografías y videos	- Altura de vuelo del dron	Nominal	Ítem 07
	- Angulo de inclinación	Nominal	Ítem 08
	- Porcentaje de traslape	Nominal	Ítem 09
	- Velocidad	Nominal	Ítem 10
	- Número de fotografías	Nominal	Ítem 11

Fuente: Elaboración propia

Variable 2: INVESTIGACIÓN CIVIL FORENSE

Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa (Niveles o rangos)
Trabajo en campo	-Inspección de obras	Nominal	Ítem 12
	- Condiciones atmosféricas al momento del trabajo	Nominal	Ítem 13
	- Velocidad del viento al momento del trabajo	Nominal	Ítem 14
Objetos físicos	Obras de construcción	Nominal	Ítem 15
	Obras hidráulicas	Nominal	Ítem 16
	Obras viales	Nominal	Ítem 17
	Estructuras	Nominal	Ítem 18

Fuente: Elaboración propia

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable | No aplicable | Aplicable después de corregir |

Apellidos y nombres del juez validador : *Magister Chavez Pecho Wilma Carbo* .

DNI:..... *410128853*

Especialidad del validador: *Magister transportes y especialidad en ENS*

..... *23* de *02* del 2022

¹ Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
² Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


.....
DANIEL PIZARRO
INGENIERO CIVIL
Firma del Experto Informante.

Validación de experto numero 02

CARTA DE PRESENTACIÓN

Mgtr. ROSALES ROJAS, GREGORIO GILMER

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO
DE EXPERTO.

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante del programa de MAESTRÍA EN CIENCIA CRIMINALÍSTICA requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para desarrollar mi investigación y con la cual optaré el grado de MAESTRO.

El título nombre de mi proyecto de investigación es: "FOTOGRAFÍA CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS EN INVESTIGACIÓN CIVIL FORENSE DE OBRAS CON ÁREAS DE DIFÍCIL ACCESO, HUANCAYO - 2022" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a Usted, ante su connotada experiencia en como DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

El expediente de validación que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole los sentimientos de respeto y consideración, me despido de Usted, no sin antes agradecer por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,


Ing. Michael Erick Huamán Yaranga
DNI: 46855362

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable 1: Fotogrametría

Es el arte, ciencia y tecnología para la obtención de medidas fiables de objetos físicos y su entorno, a través de grabación, medida e interpretación de imágenes y patrones de energía electromagnética radiante y otros fenómenos.

Dimensiones de las variables:

Tecnología: La tecnología es un proceso, asimismo es la capacidad de transformar o convertir algo que ya existe y transformarlo en algo nuevo para darle otra función.

Medidas fiables: Es aquella que facilita la interpretación a la validez de las medidas, asimismo hace referencia a la propiedad de que la medida utiliza sea relacionada con otras medidas para dar validez.

Objetos físicos: un objeto físico es un cuerpo con masa, que se extiende en tres dimensiones por el espacio, posee un posición y orientación en el espacio y tiempo.

Variable 2: Investigación civil forense

La investigación civil forense es aquel que involucra el trabajo de campo, seguridad de la construcción, estudio de los planos arquitectónicos y estructurales incluyendo sketches del prediseño, fotografías y videos, observación detallada de daños estructurales y el estudio de posible causa de daño y/o siniestro.

Dimensiones de las variables:

Trabajo de campo: El trabajo de campo es un método de observación y recolección de datos, que es fundamental en el desarrollo de una investigación.

Fotografías y videos: en la investigación civil forense, tiene como finalidad mostrar gráficamente tanto los elementos ocupados íntegramente, así como diferentes procesos que demuestran el trabajo pericial.

Matriz de operacionalización de variables

Variable 1: FOTOGRAMETRÍA

Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa (Niveles o rangos)
Tecnología	Programa a utilizar	Nominal	Ítem 01
	Dron a utilizar	Nominal	Ítem 02
	Procesamiento de datos	Nominal	Ítem 03
Medidas fiables	Longitudes	Nominal	Ítem 04
	Áreas	Nominal	Ítem 05
	Volumen	Nominal	Ítem 06
Fotografías y videos	- Altura de vuelo del dron	Nominal	Ítem 07
	- Angulo de inclinación	Nominal	Ítem 08
	- Porcentaje de traslape	Nominal	Ítem 09
	- Velocidad	Nominal	Ítem 10
	- Número de fotografías	Nominal	Ítem 11

Fuente: Elaboración propia

Variable 2: INVESTIGACIÓN CIVIL FORENSE

Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa (Niveles o rangos)
Trabajo en campo	-Inspección de obras	Nominal	Ítem 12
	- Condiciones atmosféricas al momento del trabajo	Nominal	Ítem 13
	- Velocidad del viento al momento del trabajo	Nominal	Ítem 14
Objetos físicos	Obras de construcción	Nominal	Ítem 15
	Obras hidráulicas	Nominal	Ítem 16
	Obras viales	Nominal	Ítem 17
	Estructuras	Nominal	Ítem 18

Fuente: Elaboración propia

**FOTOGRAMETRÍA CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS EN INVESTIGACIÓN CIVIL FORENSE EN OBRAS
CON ÁREAS DE DIFÍCIL ACCESO, HUANCAYO - 2022**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
Variable 1: FOTOGRAMETRÍA								
DIMENSIÓN 1: TECNOLOGÍA								
		Si	No	Si	No	Si	No	
01	Programa que se utilizará para la planificación del vuelo del dron	x		x		x		
02	Dron se utilizará para el trabajo	x		x		x		
03	Programa que se utilizará para el procesamiento de datos	x		x		x		
DIMENSIÓN 2: MEDIDAS FIABLES								
		Si	No	Si	No	Si	No	
04	Longitud	x		x		x		
05	Área	x		x		x		
06	Volumen		x		x		x	
DIMENSIÓN 3: FOTOGRAFÍAS Y VIDEOS								
		Si	No	Si	No	Si	No	
07	Altura de vuelo del dron para las tomas fotográficas	x		x		x		
08	Angulo de inclinación de la cámara del dron	x		x		x		
09	Porcentaje de traslape de las fotografías.	x		x		x		
10	Velocidad de vuelo del dron para las tomas fotográficas	x		x		x		
11	Numero de fotografías:	x		x		x		

VARIABLE 2: INVESTIGACIÓN CIVIL FORENSE								
DIMENSIÓN 1: TRABAJO EN CAMPO								
		Si	No	Si	No	Si	No	
12	Inspección visual	x		x		x		
13	Condiciones atmosféricas al momento del trabajo	x		x		x		
14	Valoración de velocidades del viento al momento del trabajo	x		x		x		
DIMENSIÓN 2: OBJETOS FISICOS								
		Si	No	Si	No	Si	No	
15	Obras de construcción civil	x		x		x		
16	Obras hidráulicas	x		x		x		
17	Obras viales	x		x		x		
18	Estructuras	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinion de aplicabilidad: Aplicable | Aplicable después de corregir | No aplicable |

Apellidos y nombres del juez validador : *Dr. Susana Silvia Rosales Rojas*.....

DNI: *20.656.803*.....

Especialidad del validador: *Dr. Españolista en Investigación*.....

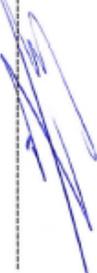
23 de *Enero* del 2022

¹ Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

² Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

.....

.....

Firma del Experto Informante.

Validación de experto numero 03

CARTA DE PRESENTACIÓN

Mgtr. CASTRO CAYLLAHUA, FIDEL

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante del programa de MAESTRÍA EN CIENCIA CRIMINALÍSTICA requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para desarrollar mi investigación y con la cual optaré el grado de MAESTRO.

El título nombre de mi proyecto de investigación es: "FOTOGRAMETRÍA CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS EN INVESTIGACIÓN CIVIL FORENSE DE OBRAS CON ÁREAS DE DIFÍCIL ACCESO, HUANCAYO - 2022" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a Usted, ante su connotada experiencia en MAESTRO EN EDUCACIÓN, CON MENCIÓN EN INVESTIGACIÓN

El expediente de validación que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole los sentimientos de respeto y consideración, me despido de Usted, no sin antes agradecer por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



Ing. Michael Erick Huamán Yaranga

DNI: 46855362

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable 1: Fotogrametría

Es el arte, ciencia y tecnología para la obtención de medidas fiables de objetos físicos y su entorno, a través de grabación, medida e interpretación de imágenes y patrones de energía electromagnética radiante y otros fenómenos.

Dimensiones de las variables:

Tecnología: La tecnología es un proceso, asimismo es la capacidad de transformar o convertir algo que ya existe y transformarlo en algo nuevo para darle otra función.

Medidas fiables: Es aquella que facilita la interpretación a la validez de las medidas, asimismo hace referencia a la propiedad de que la medida utiliza sea relacionada con otras medidas para dar validez.

Objetos físicos: un objeto físico es un cuerpo con masa, que se extiende en tres dimensiones por el espacio, posee un posición y orientación en el espacio y tiempo.

Variable 2: Investigación civil forense

La investigación civil forense es aquel que involucra el trabajo de campo, seguridad de la construcción, estudio de los planos arquitectónicos y estructurales incluyendo sketches del prediseño, fotografías y videos, observación detallada de daños estructurales y el estudio de posible causa de daño y/o siniestro.

Dimensiones de las variables:

Trabajo de campo: El trabajo de campo es un método de observación y recolección de datos, que es fundamental en el desarrollo de una investigación.

Fotografías y videos: en la investigación civil forense, tiene como finalidad mostrar gráficamente tanto los elementos ocupados íntegramente, así como diferentes procesos que demuestran el trabajo pericial.

Matriz de operacionalización de variables

Variable 1: FOTOGRAMETRÍA

Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa (Niveles o rangos)
Tecnología	Programa a utilizar	Nominal	Ítem 01
	Dron a utilizar	Nominal	Ítem 02
	Procesamiento de datos	Nominal	Ítem 03
Medidas fiables	Longitudes	Nominal	Ítem 04
	Áreas	Nominal	Ítem 05
	Volumen	Nominal	Ítem 06
Fotografías y videos	- Altura de vuelo del dron	Nominal	Ítem 07
	- Angulo de inclinación	Nominal	Ítem 08
	- Porcentaje de traslape	Nominal	Ítem 09
	- Velocidad	Nominal	Ítem 10
	-Número de fotografías	Nominal	Ítem 11

Fuente: Elaboración propia

Variable 2: INVESTIGACIÓN CIVIL FORENSE

Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa (Niveles o rangos)
Trabajo en campo	-Inspección de obras	Nominal	Ítem 12
	- Condiciones atmosféricas al momento del trabajo	Nominal	Ítem 13
	- Velocidad del viento al momento del trabajo	Nominal	Ítem 14
Objetos físicos	Obras de construcción	Nominal	Ítem 15
	Obras hidráulicas	Nominal	Ítem 16
	Obras viales	Nominal	Ítem 17
	Estructuras	Nominal	Ítem 18

Fuente: Elaboración propia

**FOTOGRAMETRÍA CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS EN INVESTIGACIÓN CIVIL FORENSE EN OBRAS
CON ÁREAS DE DIFÍCIL ACCESO, HUANCAYO - 2022**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
Variable 1: FOTOGRAMETRÍA								
DIMENSIÓN 1: TECNOLOGÍA								
01	Programa que se utilizará para la planificación del vuelo del dron	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
02	Dron se utilizará para el trabajo	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
03	Programa que se utilizará para el procesamiento de datos	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
DIMENSIÓN 2: MEDIDAS FIABLES								
04	Longitud	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
05	Área	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
06	Volumen	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
DIMENSIÓN 3: FOTOGRAFÍAS Y VIDEOS								
07	Altura de vuelo del dron para las tomas fotográficas	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
08	Angulo de inclinación de la cámara del dron	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
09	Porcentaje de traslape de las fotografías.	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
10	Velocidad de vuelo del dron para las tomas fotográficas	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
11	Numero de fotografías:	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		

VARIABLE 2: INVESTIGACIÓN CIVIL FORENSE								
DIMENSIÓN 1: TRABAJO EN CAMPO								
		Si	No	Si	No	Si	No	
12	Inspección visual	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
13	Condiciones atmosféricas al momento del trabajo	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
14	Valoración de velocidades del viento al momento del trabajo	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
DIMENSIÓN 2: OBJETOS FISICOS								
15	Obras de construcción civil	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
16	Obras hidráulicas	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
17	Obras viales	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
18	Estructuras	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador: : ... *Hogster* *Castro* *Gajkova* *Fidel*

DNI:.....*20054966*.....

Especialidad del validador: *Especialista* en *Investigación*

.....*25* de *Febrero* del **2022**

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


.....
Firma del Experto Informante.

Validación de experto numero 04

CARTA DE PRESENTACIÓN

Dr. HUMPIRE MOLINA, DANNY JESUS

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO
DE EXPERTO.

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante del programa de MAESTRÍA EN CIENCIA CRIMINALÍSTICA requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para desarrollar mi investigación y con la cual optaré el grado de MAESTRO.

El título nombre de mi proyecto de investigación es: "FOTOGRAMETRÍA CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS EN INVESTIGACIÓN CIVIL FORENSE DE OBRAS CON ÁREAS DE DIFÍCIL ACCESO, HUANCAYO - 2022" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a Usted, ante su connotada experiencia como EX GERENTE DE LA OFICINA DE PERITAJES

El expediente de validación que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole los sentimientos de respeto y consideración, me despido de Usted, no sin antes agradecer por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



Ing. Michael Erick Huamán Yaranga

DNI: 46855362

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable 1: Fotogrametría

Es el arte, ciencia y tecnología para la obtención de medidas fiables de objetos físicos y su entorno, a través de grabación, medida e interpretación de imágenes y patrones de energía electromagnética radiante y otros fenómenos.

Dimensiones de las variables:

Tecnología: La tecnología es un proceso, asimismo es la capacidad de transformar o convertir algo que ya existe y transformarlo en algo nuevo para darle otra función.

Medidas fiables: Es aquella que facilita la interpretación a la validez de las medidas, asimismo hace referencia a la propiedad de que la medida utiliza sea relacionada con otras medidas para dar validez.

Objetos físicos: un objeto físico es un cuerpo con masa, que se extiende en tres dimensiones por el espacio, posee un posición y orientación en el espacio y tiempo.

Variable 2: Investigación civil forense

La investigación civil forense es aquel que involucra el trabajo de campo, seguridad de la construcción, estudio de los planos arquitectónicos y estructurales incluyendo sketches del prediseño, fotografías y videos, observación detallada de daños estructurales y el estudio de posible causa de daño y/o siniestro.

Dimensiones de las variables:

Trabajo de campo: El trabajo de campo es un método de observación y recolección de datos, que es fundamental en el desarrollo de una investigación.

Fotografías y videos: en la investigación civil forense, tiene como finalidad mostrar gráficamente tanto los elementos ocupados íntegramente, así como diferentes procesos que demuestran el trabajo pericial.

Matriz de operacionalización de variables

Variable 1: FOTOGRAMETRÍA

Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa (Niveles o rangos)
Tecnología	Programa a utilizar	Nominal	Ítem 01
	Dron a utilizar	Nominal	Ítem 02
	Procesamiento de datos	Nominal	Ítem 03
Medidas fiables	Longitudes	Nominal	Ítem 04
	Áreas	Nominal	Ítem 05
	Volumen	Nominal	Ítem 06
Fotografías y videos	- Altura de vuelo del dron	Nominal	Ítem 07
	- Angulo de inclinación	Nominal	Ítem 08
	- Porcentaje de traslape	Nominal	Ítem 09
	- Velocidad	Nominal	Ítem 10
	- Número de fotografías	Nominal	Ítem 11

Fuente: Elaboración propia

Variable 2: INVESTIGACIÓN CIVIL FORENSE

Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa (Niveles o rangos)
Trabajo en campo	-Inspección de obras	Nominal	Ítem 12
	- Condiciones atmosféricas al momento del trabajo	Nominal	Ítem 13
	- Velocidad del viento al momento del trabajo	Nominal	Ítem 14
Objetos físicos	Obras de construcción	Nominal	Ítem 15
	Obras hidráulicas	Nominal	Ítem 16
	Obras viales	Nominal	Ítem 17
	Estructuras	Nominal	Ítem 18

Fuente: Elaboración propia

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. : Dr. Humpire Molina, Danny Jesus

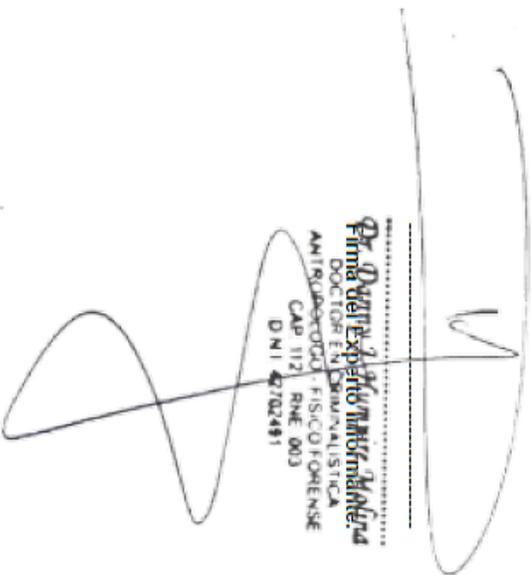
DNI:..... 42702491

Especialidad del validador: DOCTOR EN CRIMINALISTICA

.....25.....de.....FEBRERO.....del 2022

- ¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- ²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- ³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

.....


Dr. Daniel Espinoza
 Fianza del Experto
 DOCTOR EN CRIMINALISTICA
 ANTI-DOCTORADO - FISCIOFORENSE
 CAP 112 RNE 003
 DNI 42702491

Validación de experto numero 05

CARTA DE PRESENTACIÓN

Mgtr/Doctor: Mgtr. Condori Castro, Richard Jhonathan

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante del programa de MAESTRÍA EN CIENCIA CRIMINALÍSTICA requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para desarrollar mi investigación y con la cual optaré el grado de MAESTRO.

El título nombre de mi proyecto de investigación es: "FOTOGRAMETRÍA CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS EN INVESTIGACIÓN CIVIL FORENSE DE OBRAS CON ÁREAS DE DIFÍCIL ACCESO, HUANCAYO - 2022" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a Usted, ante su connotada experiencia en temas de INGENIERÍA CIVIL

El expediente de validación que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole los sentimientos de respeto y consideración, me despido de Usted, no sin antes agradecer por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



Ing. Michael Erick Huamán Yaranga

DNI: 46855362



Ricardo J. Condori Castro
INGENIERO CIVIL
CIP N° 127432

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable 1: Fotogrametría

Es el arte, ciencia y tecnología para la obtención de medidas fiables de objetos físicos y su entorno, a través de grabación, medida e interpretación de imágenes y patrones de energía electromagnética radiante y otros fenómenos.

Dimensiones de las variables:

Tecnología: La tecnología es un proceso, asimismo es la capacidad de transformar o convertir algo que ya existe y transformarlo en algo nuevo para darle otra función.

Medidas fiables: Es aquella que facilita la interpretación a la validez de las medidas, asimismo hace referencia a la propiedad de que la medida utiliza sea relacionada con otras medidas para dar validez.

Objetos físicos: un objeto físico es un cuerpo con masa, que se extiende en tres dimensiones por el espacio, posee un posición y orientación en el espacio y tiempo.

Variable 2: Investigación civil forense

La investigación civil forense es aquel que involucra el trabajo de campo, seguridad de la construcción, estudio de los planos arquitectónicos y estructurales incluyendo sketches del prediseño, fotografías y videos, observación detallada de daños estructurales y el estudio de posible causa de daño y/o siniestro.

Dimensiones de las variables:

Trabajo de campo: El trabajo de campo es un método de observación y recolección de datos, que es fundamental en el desarrollo de una investigación.

Fotografías y videos: en la investigación civil forense, tiene como finalidad mostrar gráficamente tanto los elementos ocupados íntegramente, así como diferentes procesos que demuestran el trabajo pericial.


 Richard J. Cuadros Castro
INGENIERO CIVIL
CIP N° 127432

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

Variable 1: FOTOGRAMETRÍA

Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa (Niveles o rangos)
Tecnología	Drones	Nominal	Ítem 02
	Software	Nominal	Ítem 03
Medidas fiables	Longitudes	Nominal	Ítem 04
	Áreas	Nominal	Ítem 05
	Volumen	Nominal	Ítem 06
Objetos físicos	Captación de agua	Nominal	Ítem 09
	Puente	Nominal	Ítem 07
	Defensa riverreña	Nominal	Ítem 08

Fuente: Elaboración propia



Richard J. Condari Castro
INGENIERO CIVIL
CIP N° 127432

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

Variable 2: INVESTIGACIÓN CIVIL FORENSE

Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa (Niveles o rangos)
Trabajo en campo	-Inspección de obras	Nominal	Ítem 10
	- Condiciones atmosféricas al momento del trabajo	Nominal	Ítem 11
	- Velocidad del viento al momento del trabajo	Nominal	Ítem 12
Fotografías y videos	- Altura de vuelo del dron para las tomas fotográficas	Nominal	Ítem 14
	- Angulo de inclinación de la cámara del dron	Nominal	Ítem 15
	- Porcentaje de traslape de las fotografías	Nominal	Ítem 16

Fuente: Elaboración propia



Richard J. Condari Castro
INGENIERO CIVIL
CIP N° 127432

**FOTOGRAMETRÍA CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS EN INVESTIGACIÓN CIVIL FORENSE DE OBRAS
CON ÁREAS DE DIFÍCIL ACCESO, HUANCAYO - 2022**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
Variable 1: FOTOGRAMETRÍA								
DIMENSIÓN 1: TECNOLOGÍA								
01	Programa que se utilizará para la planificación del vuelo del dron	x		x		x		
02	Dron se utilizará para el trabajo	x		x		x		
03	Programa que se utilizará para el procesamiento de datos	x		x		x		
DIMENSIÓN 2: MEDIDAS FIABLES								
04	Longitud	x		x		x		
05	Área	x		x		x		
06	Volumen	x		x		x		
DIMENSIÓN 3: OBJETOS FÍSICOS								
07	Puente	x		x		x		
08	Captación de agua de manantial en pendiente.	x		x		x		
09	Defensa ribereña.	x		x		x		



 Richard A. Condori Castro
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 127432

VARIABLE 2: INVESTIGACIÓN CIVIL FORENSE								
DIMENSIÓN 1: TRABAJO EN CAMPO								
	Si	No	Si	No	Si	No		
10	Inspección visual	x		x		x		
11	Condiciones atmosféricas al momento del trabajo	x		x		x		
12	Valoración de velocidades del viento al momento del trabajo	x		x		x		
13								
DIMENSIÓN 2: FOTOGRAFÍAS Y VIDEOS								
14	Altura de vuelo del dron para las tomas fotográficas	x		x		x		
15	Angulo de inclinación de la cámara del dron	x		x		x		
17	Porcentaje de traslape de las fotografías.	x		x		x		
18	Velocidad de vuelo del dron para las tomas fotográficas	x		x		x		
19	Numero de fotografías:	x		x		x		



 Richard A. Condori Castro
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 127432

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador : *Metr. Condori Castro, Richard Jhonathan*

DNI:.....46535023.....

Especialidad del validador: **MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL**

.....18 de Febrero.....del 2022

¹ Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

² Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


.....*Richard Condori Castro*.....
INGENIERO CIVIL
CPE N. 127492.....

Firma del Experto Informante.

Anexo 07: Carta de aprobación de la institución para la recolección de datos

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

**SOLICITO: AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Sr. Ing.

AUGUSTO ANTONIO BAMBAREN ARTEAGA

Gerente de la oficina de peritajes

Yo, Michael Erick Huamán Yaranga, identificado con DNI 46855362, Ingeniero Civil de Profesión, actualmente me desempeño como Analista en el área de Ingeniería Forense de la Oficina de Peritajes, ante usted me presento y expongo:

Que, habiendo culminado la Maestría en Ciencia Criminalística, en la Universidad Norbert Wiener, solicito autorización para la recolección de datos de trabajos realizados con fotogrametría en el área de ingeniería civil forense como parte de mi proyecto de investigación: "FOTOGRAFÍA CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS EN INVESTIGACIÓN CIVIL FORENSE EN OBRAS CON ÁREAS DE DIFÍCIL ACCESO, LIMA – 2022", para lo cual adjunto la ficha de recolección de datos de mi proyecto de tesis (Anexo 01), siendo este parte del procedimiento para obtener el grado de maestro en Ciencia Criminalística.

Así mismo me comprometo a cumplir con las buenas prácticas de investigación y la confidencialidad de la información brindada.

POR LO ANTES EXPUESTO:

Ruego a Ud. Acceder a mi solicitud.

Lima, 1 de octubre del 2022



.....
Ing. Michael Erick Huaman Yaranga
CIP: 250947
INGENIERO FORENSE
EGRESADO EN CIENCIA CRIMINALÍSTICA

Carta de Autorización

Lima, 1 de octubre del 2022

Sr.
Michael Erick Huamán Yaranga
Analista en área de Ingeniería Forense

Presente;

Por este conducto me permito a informar, conforme a lo solicitado, que se le brinde las facilidades y autorización para la recolección de datos del proyecto de investigación titulado: "FOTOGRAMETRÍA CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS EN INVESTIGACIÓN CIVIL FORENSE EN OBRAS CON ÁREAS DE DIFÍCIL ACCESO, LIMA – 2022", cuya recolección de datos es de uso restringido en su publicación, como parte del procedimiento para obtener el grado de maestro en Ciencia Criminalística.

Atentamente;



Firma
Digital

Firmado digitalmente por BAMBAREN
ARTEAGA Augusto Antonio FAU
20131370301 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 02.02.2023 23:49:12 -05:00

Anexo 09: Informe de asesor de Turnitin

 Universidad Norbert Wiener	INFORME DEL ASESOR		
	código: UPNW-GRA-FOR-014	VERSIÓN: 02 REVISIÓN: 02	FECHA: 13/05/2020

Lima, 22 de enero de 2023

Dr. Guillermo Alejandro Raffo Ibarra
 Director(a) de la EPG
 Universidad Privada Norbert Wiener
 Presente.-

De mi especial consideración:

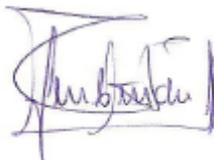
Es grato expresarle un cordial saludo y como Asesor de la tesis titulada: **“FOTOGRAMETRÍA CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS EN INVESTIGACIÓN CIVIL FORENSE DE OBRAS CON ÁREAS DE DIFÍCIL ACCESO, HUANCAYO - 2022”**; para la obtención del Grado Académico de **MAGÍSTER EN CIENCIA CRIMINALÍSTICA**; ha sido concluida satisfactoriamente.

Al respecto informo que se lograron los siguientes objetivos:

- Asesoría de acuerdo a los lineamientos de la Guía de elaboración vigente bajo enfoque cuantitativo.
- Cumplimiento de los criterios de rigurosidad del método científico
- Índice de similitud del 15% y por fuente de información del 3%

Así mismo, informo y doy conformidad de que se ha cumplido con los requisitos académicos solicitados por la Universidad Privada Norbert Wiener, en torno a las políticas de originalidad y conductas antiplagio, entre ellos el Procedimiento para el uso de software antiplagio, cumpliendo con los porcentajes de originalidad establecido.

Atentamente,



 Firma del Asesor

 ORELLANO BENANCIO, LIZBARDO
 Apellidos y Nombres del Asesor