



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA CALIDAD DE LAS**  
**IMÁGENES EN EL CALCULO DE VOLÚMENES**  
**POR FOTOGRAMETRÍA**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. JULIA MARIBEL MAMANI CACERES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO CIVIL**

JULIACA – PERÚ

2024



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA CALIDAD DE LAS**  
**IMÁGENES EN EL CALCULO DE VOLÚMENES**  
**POR FOTOGRAMETRÍA**

**TESIS PRESENTADA POR:**  
**Bach. JULIA MARIBEL MAMANI CACERES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO CIVIL**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR:**

**PRESIDENTE**

:   
\_\_\_\_\_  
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

**PRIMER MIEMBRO**

:   
\_\_\_\_\_  
Dr. EFRAIN PARILO SOSA

**SEGUNDO MIEMBRO**

:   
\_\_\_\_\_  
Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**ASESOR DE TESIS**

:   
\_\_\_\_\_  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

: TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN P17



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 949-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 06 de setiembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024- 11908 presentado por el (la) Bachiller: **JULIA MARIBEL MAMANI CACERES** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bach. **JULIA MARIBEL MAMANI CACERES**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA CALIDAD DE LAS IMÁGENES EN EL CALCULO DE VOLÚMENES POR FOTOGRAMETRÍA**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- \* **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- \* **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- \* **2do Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER** como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**.

**ARTICULO TERCERO . - APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **JULIA MARIBEL MAMANI CACERES**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA CALIDAD DE LAS IMÁGENES EN EL CALCULO DE VOLÚMENES POR FOTOGRAMETRÍA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : Jueves 12 de setiembre del 2024
- \* **HORA** : 11:00 a.m.
- \* **LUGAR** : Aula 306 - FICP

**ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Efraín Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 543-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 03 de julio del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU - 7209 por el o (la) Bachiller: **JULIA MARIBEL MAMANI CACERES** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 538 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 103- 2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el o (la) Bachiller: **JULIA MARIBEL MAMANI CACERES**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA CALIDAD DE LAS IMÁGENES EN EL CALCULO DE VOLÚMENES POR FOTOGRAMETRÍA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 103- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA CALIDAD DE LAS IMÁGENES EN EL CALCULO DE VOLÚMENES POR FOTOGRAMETRÍA**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el o (la) Bachiller: **JULIA MARIBEL MAMANI CACERES**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA CALIDAD DE LAS IMÁGENES EN EL CALCULO DE VOLÚMENES POR FOTOGRAMETRÍA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
DIRECTOR  
Dr. Efraín Pacillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:  
Archivo  
interesado (s)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 182-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 18 de abril del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU-3272, presentado por el señor (a) **JULIA MARIBEL MAMANI CACERES** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN DE PROVEIDO - N° 204 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 82 -2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) estudiante: **JULIA MARIBEL MAMANI CACERES** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA CALIDAD DE LAS IMÁGENES EN EL CALCULO DE VOLÚMENES POR FOTOGRAMETRÍA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. **Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 82 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA CALIDAD DE LAS IMÁGENES EN EL CALCULO DE VOLÚMENES POR FOTOGRAMETRÍA**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: **JULIA MARIBEL MAMANI CACERES**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA CALIDAD DE LAS IMÁGENES EN EL CALCULO DE VOLÚMENES POR FOTOGRAMETRÍA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
OFICINA DE INVESTIGACIÓN  
Dr. Eirain Quispe Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo (2024)  
Interesado (4)



## EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA CALIDAD DE LAS IMÁGENES EN EL CALCULO DE VOLÚMENES POR FOTOGRAMETRÍA

### INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	2%
4	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://cybertesis.unmsm.edu.pe">cybertesis.unmsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://repositorio.uancv.edu.pe">repositorio.uancv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repositorio.uchile.cl">repositorio.uchile.cl</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	<1%



### Metadatos Complementarios

<b>Título de la tesis</b>	
<b>EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA CALIDAD DE LAS IMÁGENES EN EL CALCULO DE VOLÚMENES POR FOTOGRAMETRÍA</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	JULIA MARIBEL MAMANI CACERES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73750727
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0003-4523-1603">https://orcid.org/0009-0003-4523-1603</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02424528
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-4219-1007">https://orcid.org/0000-0002-4219-1007</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876

Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la construcción – P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p><b>País:</b> Perú  <b>Departamento:</b> Puno  <b>Provincia:</b> San Román  <b>Distrito:</b> Caracoto  <b>Coordenadas:</b>  <b>Latitud:</b> 15°33'16.7"S  <b>Longitud:</b> 70°08'37.5"W</p> <p><b>URL Maps:</b>  <a href="https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=10Eoqc-uts-cwskjZ9al6p5m_MLjp21o&amp;usp=sharing">https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=10Eoqc-uts-cwskjZ9al6p5m_MLjp21o&amp;usp=sharing</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Mayo 2024 – Agosto 2024
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a>	<p><b>Ingeniería Civil</b>  <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html#2.00.00">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html#2.00.00</a></p> <p><b>Ingeniería de la construcción</b>  <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html#2.01.00">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html#2.01.00</a></p> <p><b>Geotecnia</b>  <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html#2.07.00">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html#2.07.00</a></p>

Dr. Efraim Estilero Yosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo Julia Maribel Mamoni Cáceres, identificado con DNI Nro. 78750727, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Civil

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación,  Trabajo Académico denominada:

Evaluación del impacto de la calidad de las imágenes en el calculo de volúmenes por fotogrametría

Asesorado por: Dr. Milthon Quispe Huanca

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 16 de Octubre del 2024

  
Firma del Asesor (obligatoria)

  
Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

A Dios quien me ha dado fuerza, sabiduría y resiliencia en cada paso de este rumbo académico.

A mi padre Marcial Severo Mamani Rosas quien con su amor incondicional, apoyo constante y sabios consejos me han guiado a lo largo de mi vida y estudios, sus valores y principios, ¡Te amo papá ¡

A mi madre Anastacia Cáceres Quiñonez quien, con sus palabras de aliento, su perseverancia y ejemplo constante han sido mi inspiración. ¡Te amo mamá!

A mi pareja Luis Angel Arratia quien fue mi soporte a lo largo de mi vida académica, quien ha tenido paciencia ante todas las cosas que nos han sucedido, por brindarme seguridad, compañía y por estar siempre presente en los momentos de alegría y en los de dificultad, brindándome su aliento, apoyo y amor incondicional. (a mi niño)

Y finalmente, a todos aquellos que han creído en mí y me han motivado a alcanzar mis metas, les dedico este esfuerzo con profunda gratitud.

*Julia Maribel Mamani Caceres*



## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme permitido culminar esta etapa de mi vida.

Quiero agradecer a todas las personas que han aportado de manera significativa a la elaboración de esta tesis.

A mi asesor(a) de tesis, Dr. Milthon Quispe Huanca por su guía, tolerancia y valiosos conocimientos compartidos a lo largo de este proceso. Su entrega y esfuerzo fueron esenciales para la culminación de este trabajo.

A mis profesores y mentores, por haberme brindado las herramientas académicas y personales necesarias para enfrentar los retos de esta investigación y por haberme motivado a superarme cada día.

A mi familia, especialmente a mis padres Marcial y Anastacia, por su constante apoyo emocional y económico, por creer en mí y por brindarme el impulso necesario para continuar. adelante en los momentos difíciles. Su amor y sacrificio son la base de todos mis logros.

A mis hermanos Cristian y Yhoel gracias por sacarme sonrisas en momentos malos, a pesar



de no estar constantemente con ustedes son la alegría de mi vida.

A mis tíos abuelos Estefanía y Julián, que a pesar de las diferencias que existen me dan su apoyo emocional, sus consejos, los cuidados que han tenido conmigo.

A mi pareja Luis Arratia, hoy termina un ciclo importante en mi vida, pero comienza una nueva etapa llena de retos y oportunidades. Tú has sido mi mejor compañero en este camino con tu amor sincero, con tu inteligencia y con tu apoyo incondicional.

A mis amigos Yossi y Juan quienes me han apoyado emocionalmente y profesionalmente, gracias por los consejos, conocimientos que me han brindado, compartiendo momentos de alegrías y tristezas.

Finalmente, agradezco a todos aquellos que, de una u otra manera, han contribuido a la culminación de esta etapa de mi vida académica. Su apoyo y confianza han sido esenciales para alcanzar esta meta.

*Julia Maribel Mamani Caceres*

---



## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XII
RESUMEN .....	XIII
ABSTRACT .....	XIV
INTRODUCCIÓN .....	XV

### CAPITULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática .....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos .....	3
1.3. Objetivos de la investigación .....	4
1.3.1. Objetivo general .....	4
1.4. Justificación de la investigación.....	4
1.4.1. Justificación Económica .....	5
1.4.2. Justificación ambiental .....	5
1.5. Hipótesis de la investigación .....	7



1.5.1.	Hipótesis General.....	7
1.5.2.	Hipótesis Específicas .....	7
1.5.3.	Variable independiente.....	7
1.5.4.	Variable dependiente .....	7
1.6.	Operacionalización de variables.....	7

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

2.1.	Antecedentes de la investigación .....	9
2.1.1.	Internacionales.....	9
2.1.2.	Nacionales .....	11
2.1.3.	Locales .....	12
2.2.	Bases Teóricas .....	14
2.2.1.	Fotogrametría .....	14
2.2.2.	Imagen Digital .....	19
2.2.3.	El dron .....	19
2.2.3.2.	Plan de vuelo Fotogramétrico con dron.....	22
2.2.4.	Procesamiento electrónico de la Información .....	24
2.2.5.	Topografía .....	25
2.2.6.	Determinación de volúmenes.....	27
2.2.7.	Movimiento de tierras.....	29
2.2.8.	Sistema de coordenadas WGS 84 .....	30
2.2.9.	Movimiento de tierras.....	30
2.3.	Marco Conceptual .....	32
2.3.1.	Cálculo de Volúmenes .....	32
2.3.2.	Georreferenciación.....	32
2.3.3.	Dron .....	32



- 2.3.4. Cámara .....33
- 2.3.5. Pixel .....33
- 2.3.6. Imágenes formato JPG .....33

**CAPITULO III**

**METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

- 3.1. Tipo de la investigación .....34
- 3.2. Diseño de la investigación .....34
- 3.3. Ubicación del área en estudio .....34
- 3.4. Población y Muestra .....36
- 3.4.1. Población .....36
- 3.4.2. Muestra .....36
- 3.8. Georreferenciación .....37
- 3.9. Levantamiento topográfico mediante Drones .....41
- 3.10. Plan de vuelo .....41
- 3.11. Procesamiento de datos .....43
- 3.12. Calculo del Volumen .....44

**CAPITULO IV**

**RESULTADOS Y DISCUSIONES**

- 4.1. Resultados .....45
- 4.1.1. Datos de los volúmenes con la Estación Total .....45
- 4.1.2. Procesamiento de datos fotogramétricos. ....47
- 4.1.3. Crear modelo digital de elevaciones .....48
- 4.1.4. Crear Ortomosaico y exportarlo .....49
- 4.1.5. Calculo Volumen por Dron Mavic 3 Enterprise .....50
- 4.1.1. Diferencia de Datos de la estación Total y Dron Mavic 3 Enterprise 51
- 4.1.1. Diferencia de Coordenadas N y E, elevación Datos de la estación



Total y Dron Mavic 3 Enterprise .....	54
4.1.2. Contrastación Hipótesis de la variable Volumen Prueba T Student...	55
4.1.3. Análisis de la variable Costo .....	57
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>59</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>63</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Coordenadas UTM.....	37
<b>Tabla 2.</b> Factor de Escala.....	38
<b>Tabla 3.</b> Coordenadas de los Puntos .....	38
<b>Tabla 4.</b> Calculo de Volúmenes .....	45
<b>Tabla 5.</b> Volumen calculo obtenido Dron Mavic 3 Enterprise.....	50
<b>Tabla 6.</b> Diferencia de Datos o Dron Mavic 3 Enterprise .....	51
<b>Tabla 7.</b> Error Obtenido entre estación total y dron .....	54
<b>Tabla 8.</b> Prueba t Student .....	56



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Clasificación de la Fotogrametría .....	15
<b>Figura 2.</b> Ubicación del área en estudio .....	35
<b>Figura 3.</b> Plan de Vuelo PIXD4.....	42
<b>Figura 4.</b> Configuración del plan de vuelo aplicación Pix4D Solape ángulo 90...	43
<b>Figura 5.</b> Configuración del plan de vuelo aplicación Pix4D Altura de Vuelo .....	44
<b>Figura 6.</b> Procesamiento plan de vuelo .....	47
<b>Figura 7.</b> Modelo digital de elevaciones .....	48
<b>Figura 8.</b> Ortomosaico DSM.....	49
<b>Figura 9.</b> key Point Matches.....	50



## RESUMEN

El presente estudio de la evaluación del impacto de la calidad de imágenes en el calculo de volúmenes por fotogrametría se realizó a en el contexto de los nuevos instrumentos de tecnología como son los drones y así de esta forma realizar su evaluación se planteó el **objetivo** Evaluar el impacto de la calidad de las imágenes en la exactitud del cálculo de volúmenes mediante fotogrametría. Siendo el **método** de obtención de datos mediante las mediante la fotogrametría. **Resultando** el volumen agua; Volumen de corte calculo 2156.26 m<sup>3</sup>, Volumen de relleno calculo 384021 m<sup>3</sup>, Es evidente que los resultados de ambos métodos son comparables, y las diferencias en el método. con Drone Mavic 3 enterprise respecto al procedimiento con Estación Total) son mínimos, y van del 0.42% al 1.28%. **Concluyendo** que los valores a sostener en tales procedimientos son aceptables o mínimos.

**Palabras clave:** Photogrammetry, Drone, volumes, total station.



## ABSTRACT

The present study of the evaluation of the impact of image quality in the calculation of volumes by photogrammetry was carried out in the context of new technological instruments such as drones and in this way to carry out its evaluation, the **objective** was set: Evaluate the Impact of image quality on the accuracy of volume calculation using photogrammetry. Being the **method** of obtaining data through photogrammetry. Resulting in the water volume; Cutting volume calculated 2156.26 m<sup>3</sup>, Filling volume calculated 384021 m<sup>3</sup>, It is evident that the **results** of both methods are comparable, and the differences in the method. with Drone Mavic 3 enterprise compared to the procedure with Total Station) are minimal, and range from 0.42% to 1.20%. **Concluding** that the values to be maintained in such procedures are acceptable or minimum.

**Keywords:** Photogrammetry, Drone, volumes, total station.



## INTRODUCCIÓN

La fotogrametría ha adquirido un papel esencial en la evaluación de terrenos y estructuras en el campo de la ingeniería civil. Mediante su contribución, se logra la realización de mediciones precisas a partir de imágenes capturadas desde diversas perspectivas, lo cual posibilita la generación de modelos tridimensionales. Esta técnica es fundamental para calcular volúmenes de tierra, información esencial en la toma de decisiones en iniciativas de edificación, ordenamiento territorial y administración de recursos naturales, entre otros aspectos. Al mismo tiempo, es clave para estos procesos. Sin embargo, la calidad de las imágenes utilizadas en la fotogrametría puede afectar los resultados obtenidos en la tesis. Algunos factores que pueden influir son la resolución, el enfoque y la iluminación. Es imprescindible comprender el impacto de la calidad de las imágenes en el proceso de cálculo de volúmenes a través de la técnica de fotogrametría.

La precisión en el cálculo de volúmenes mediante fotogrametría está condicionada por varios factores, siendo la calidad de las imágenes empleadas uno de los más relevantes. No obstante, la investigación sobre el impacto de este factor en la precisión de los resultados es limitada y carece de un enfoque sistemático.

La investigación complementa las evaluaciones realizadas por diversos investigadores sobre la funcionalidad de la fotogrametría. Además, es importante considerar que. En 2014, Nacow D Metun, A Alake y O, en su estudio publicado en el American Journal of Engineering Research, emplearon la técnica de fotogrametría con el propósito de cuantificar los volúmenes en las alcantarillas



del sistema de drenaje. En su investigación, destacaron la relevancia de la calidad de las imágenes como un factor determinante para asegurar la precisión de los resultados obtenidos.

Se utiliza la fotogrametría como medio para evaluar el cálculo de los volúmenes en este estudio. El objetivo de esta investigación es comprender los patrones de la fotogrametría, la presente investigación tiene como objetivo general: Evaluar el impacto de la calidad de las imágenes en la exactitud del cálculo de volúmenes mediante fotogrametría como objetivos específicos: **a)** Identificar los parámetros clave de calidad de las imágenes en el contexto de la fotogrametría, **b)** Evaluar los resultados de distintos conjuntos de imágenes para identificar características compartidas y relaciones significativas. El trabajo de investigación se organiza en cuatro capítulos, que se presentan a continuación El capítulo I examina el enunciado de la cuestión, un análisis del escenario problemático, una hipótesis, una justificación y una descripción de los objetivos alcanzados, esbozando la calidad general del estudio. De forma similar al capítulo II, el capítulo III examina el aspecto metodológico del estudio que se incluyó del tipo y el diseño de la investigación. El capítulo II también incluye cuadros relativos al tema del estudio, los antecedentes, el marco teórico y las terminologías fundamentales. Los resultados del estudio se muestran y describen en su totalidad en el capítulo IV acompañado del análisis correspondiente y, finalmente, las conclusiones y recomendaciones más relevantes del estudio.



## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Análisis de la situación problemática

En el campo de la ingeniería civil, es esencial analizar la influencia que la calidad de las imágenes tiene en la medición de volúmenes a través de la técnica de fotogrametría. La técnica mencionada es fundamental para la cuantificación de volúmenes de obra en actividades como excavaciones y rellenos, ya que permite la transformación de imágenes bidimensionales en modelos tridimensionales. No obstante, la exactitud de los resultados está fuertemente influenciada por la calidad de las imágenes empleadas. La investigación se fundamenta en el análisis de investigaciones anteriores que han tratado sobre la medición de volúmenes mediante esta metodología. Destaca entre las propuestas metodológicas la sugerencia de utilizar la fotogrametría para medir volúmenes en obras civiles. Esta metodología resalta la relevancia de tomar en cuenta elementos como la cantidad de fotografías, las distancias y la calidad de la imagen (Muñoz, 2019).



La investigación se fundamenta en estudios previos que han analizado la eficacia de la fotogrametría en diversos escenarios, como por ejemplo, en la medición de volúmenes en proyectos de alcantarillado pluvial y sanitario (Gesche Schuler, Roberto, 2019). Varios estudios han evidenciado que la fotogrametría puede constituir un método eficaz y no intrusivo para la medición de volúmenes, siendo la calidad de las imágenes un factor fundamental en dicho proceso.



## 1.2. Planteamiento del problema

### 1.2.1. Problema general

¿Evaluar el impacto de la calidad de las imágenes en la exactitud del cálculo de volúmenes mediante fotogrametría?

### 1.2.2. Problemas específicos

- ✓ ¿Cuales son los parámetros clave de calidad de las imágenes en el contexto de la fotogrametría?
- ✓ ¿Cuales los resultados de distintos conjuntos de imágenes para identificar características compartidas y relaciones significativas?



## 1.3. Objetivos de la investigación

### 1.3.1. Objetivo general

Evaluar el impacto de la calidad de las imágenes en la exactitud del cálculo de volúmenes mediante fotogrametría

### 1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Identificar los parámetros clave de calidad de las imágenes en el contexto de la fotogrametría.
- ✓ Evaluar los resultados de distintos conjuntos de imágenes para identificar características compartidas y relaciones significativas.

## 1.4. Justificación de la investigación

En el área de la ingeniería civil, resulta fundamental examinar el impacto que la calidad de las imágenes ejerce en la medición de volúmenes mediante la técnica de fotogrametría. La técnica mencionada es esencial para la conversión de imágenes bidimensionales a modelos tridimensionales, lo cual resulta fundamental en el cálculo de volúmenes de construcción. La importancia de esta investigación reside en su capacidad para mejorar la precisión y confiabilidad de los cálculos de volúmenes en contextos prácticos. Es factible lograr los siguientes objetivos al comprender la influencia de la calidad de las imágenes en los resultados fotogramétricos.

Para identificar y aplicar las técnicas más eficaces a fin de obtener imágenes de alta calidad y optimizar así su adquisición. Para abordar este tema de manera efectiva, es necesario tener en cuenta elementos como la configuración de la cámara, la distancia focal y la iluminación.

Con el propósito de reducir los errores sistemáticos en los cálculos de volúmenes, es factible utilizar métodos que consideren los potenciales efectos negativos derivados de la baja calidad de las imágenes.



Es esencial disponer de resultados precisos en la planificación, estimación de recursos y evaluación del impacto ambiental optimizar la gestión de decisiones en proyectos.

#### **1.4.1. Justificación Económica**

El uso de fotogrametría de alta calidad puede mejorar la precisión en el cálculo de volúmenes, lo que a su vez puede llevar a una optimización en la utilización de materiales de construcción y, por consiguiente, a una disminución de los costos. En proyectos de gran magnitud, es crucial prestar especial atención a los detalles, ya que incluso las mínimas imprecisiones pueden resultar en costos adicionales significativos.

La mejora en la exactitud de los cálculos de volúmenes contribuye a una planificación y ejecución más eficaz de los proyectos de construcción. Esto conlleva a una optimización de los procedimientos y una disminución en los plazos de ejecución. Esto, a su vez, resulta en reducciones de costos en personal y materiales.

La exactitud en la determinación de los volúmenes contribuye a la mejora en la realización de proyectos de construcción, lo cual resulta en una mayor excelencia en su ejecución. Esto se evidencia en una disminución de errores en la estructura, una mayor resistencia de las construcciones y una mejora en la estética de los proyectos finalizados.

#### **1.4.2. Justificación ambiental**

La precisión en el cálculo de volúmenes mediante fotogrametría tiene un efecto considerable en la disminución del uso de recursos



naturales no renovables, lo que contribuye a la protección del medio ambiente y al combate contra el cambio climático (Brunner, 2019). Además, la mayor precisión en el cálculo de volúmenes permite una mejor planificación y ejecución de proyectos de construcción, lo que reduce la generación de residuos de construcción y, por lo tanto, el impacto ambiental asociado a su disposición final (Gesche Schuler, Roberto, 2019).

La precisión en el cálculo de volúmenes también contribuye a una mejor planificación del uso del suelo, evitando la erosión y la degradación del suelo, especialmente en zonas con alta susceptibilidad a estos fenómenos (Muñoz, 2019).

Finalmente, la adopción de técnicas de fotogrametría de alta calidad promueve prácticas de construcción más sostenibles lo que favorece la preservación del entorno natural y al desarrollo sostenible (Brunner, 2019).



## 1.5. Hipótesis de la investigación

### 1.5.1. Hipótesis General

No hay una relación significativa entre la calidad de las imágenes utilizadas en fotogrametría y la precisión del cálculo de volúmenes

### 1.5.2. Hipótesis Específicas

Existe una relación significativa entre los parámetros técnicos de las imágenes capturadas y la calidad de los resultados obtenidos mediante técnicas fotogramétricas.

No hay una relación significativa entre el conjunto de imágenes y sus relaciones significativas.

### 1.5.3. Variable independiente

- ✓ Calidad de imágenes

### 1.5.4. Variable dependiente

- ✓ Calculo del volumen obtenido

## 1.6. Operacionalización de variables





## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Internacionales

El estudio de la Universidad Militar Nueva Granada de Bogotá, Colombia, Daza defiende su tesis doctoral. La tesis se enfoca en la utilización de modelos de elevación generados a través de levantamientos topográficos convencionales y levantamientos topográficos con drones con el propósito de llevar a cabo el diseño geométrico de una carretera. (Daza, 2015).

La propuesta denominada "Rehabilitación Sector Tuluá - Río Frío" consiste en un plan de medida para llevar a cabo un proyecto de ingeniería vial. Este proyecto busca utilizar un enfoque integral que combine técnicas de topografía tradicional y topografía con vehículos aéreos no tripulados (drones) para la generación de modelos digitales del terreno. El objetivo principal es llevar a cabo el diseño geométrico de una carretera de 12,62 kilómetros de longitud, la cual se encuentra en proceso de rehabilitación en el departamento del Valle del Cauca, concretamente en la zona que



abarca desde Tuluá hasta Río Frío. Se llevaron a cabo catorce comparaciones entre modelos digitales de elevación obtenidos a través de topografía tradicional y topografía con drones, obteniendo las siguientes conclusiones

La investigación se fundamenta en estudios previos que han analizado la eficacia de la fotogrametría en diversos escenarios, como por ejemplo, en la medición de volúmenes en proyectos de infraestructuras de alcantarillado pluvial y sanitario. Varios estudios han evidenciado que la fotogrametría puede constituir un método eficaz y no intrusivo en la medición de volúmenes. No obstante, se destaca la importancia primordial de la calidad de las imágenes en la obtención de resultados precisos. (Gesche Schuler, Roberto, 2019)

En La investigación realizada titulada "Aplicación de fotogrametría aérea en levantamientos topográficos mediante el uso de tecnología de drones" se centra en la utilización de vehículos aéreos no tripulados (VANT) para llevar a cabo la fotogrametría aérea en levantamientos topográficos. Se propone la elaboración de un método para la implementación de la fotogrametría aérea en la realización de levantamientos topográficos mediante el uso de drones. La metodología utilizada se fundamenta en la planificación del vuelo fotogramétrico, la captura de imágenes y el posterior tratamiento de datos con el fin de producir modelos digitales de terreno y ortofotografías. (Claros Zelaya &, Guevara Aguilar & Pacas Cruz 2016)



## 2.1.2. Nacionales

En el trabajo de investigación realizado por Gómez Zurdo y Galán en 2021, se aborda el uso de la fotogrametría mediante drones en el monitoreo de deformaciones en estructuras y terrenos. Se examina la factibilidad de utilizar drones con el propósito de controlar las deformaciones en el terreno y en las estructuras. Para cada caso, se analiza la definición, exactitud y verificación de esta técnica en comparación con otras metodologías. En este artículo se describe minuciosamente la técnica fotogramétrica Structure From Motion, la cual se utiliza para realizar ortofotografías y modelos 3D de alta precisión sin requerir el conocimiento previo de las posiciones y ángulos de incidencia. La obtención de resultados altamente precisos en el área de la topografía se ve influenciada por el empleo de puntos de control precisos y el uso de drones equipados con sistema integrado RTK. En este informe se analiza el caso de estudio sobre la supervisión de una estructura de gran envergadura, específicamente una presa de tipo arco-gravedad. Los resultados obtenidos muestran que la precisión en las deformaciones de la estructura es de  $\pm 2$  mm. Esta evidencia confirma la viabilidad de utilizar la fotogrametría con drones para monitorear deformaciones en presas de hormigón, lo cual amplía las oportunidades para la supervisión de otras estructuras e infraestructuras de gran envergadura.

Durante la etapa de la construcción de la carretera Abra Toccto - Vilcashuama, Tramo: Ondorcocha - Vilcashuama, se realizó un estudio para comparar el volumen de material acumulado obtenido con un levantamiento topográfico hecho con drones y el volumen obtenido con un levantamiento topográfico usando una estación total. La cuadrilla



topográfica llevaba a cabo los levantamientos con Estación Total, los cuales se utilizaron para calcular el volumen de material apilado (Vasquez, 2021).

### 2.1.3. Locales

En su trabajo de investigación. Comparación de los resultados de un levantamiento topográfico hecho con fotogrametría por drones frente al método tradicional se llevó a cabo una investigación en la Universidad Nacional del Altiplano, Puno. como objetivo primario. El estudio consistió en comparar los resultados obtenidos mediante el uso de drones y el programa denominado Pix4D Mapper, con el método inmediato, a través de un análisis comparativo. Para ello, se utilizó una estación total Leica TS 02 para recoger datos sobre puntos clave, como desniveles y cambios en la pendiente durante la excavación, así como para reunir material. Además, se hicieron fotos con la ayuda de un dron Phantom. (Tacca 2015)

En su investigación titulada "Precisión del levantamiento topográfico con Dron fotogramétrico en modo RTK en comparación con GPS diferencial en modo RTK en la autopista Juliaca-Puno km 29+000 al 31+000", el autor analiza la precisión de dos métodos de levantamiento topográfico en un tramo específico de la autopista indicada. El objetivo principal de este trabajo es comparar la precisión del levantamiento topográfico llevado a cabo por un dron industrial fotogramétrico en sistema RTK y un GPS diferencial en sistema RTK en un tramo específico de la autopista Juliaca-Puno, comprendido entre los kilómetros 29+000 y 31+000. Con el fin de alcanzar este objetivo, se instaló un punto geodésico de categoría C en el área de análisis para la organización del vuelo fotogramétrico del dron en modo RTK. Se emplearon los programas Agisoft Metashape y Civil 3D



para generar la superficie, la cual fue validada mediante la colocación de puntos de control cada 100 metros. Según un estudio cuantitativo realizado con datos y utilizando la prueba estadística de T de Student, se determinó que la variación promedio de las abscisas este (X) con respecto a las ordenadas norte fue de -0.0222 m. De acuerdo con el análisis estadístico, las coordenadas norte (Y) de -0.0162 m y la altitud (Z) promedio de 0.027 m no parecen concordar con los datos del GPS diferencial. En consecuencia, se desaconseja utilizar el Dron Phantom 4 RTK en mediciones topográficas de proyectos que requieren mayor exactitud (Flores, 2023).



## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. Fotogrametría

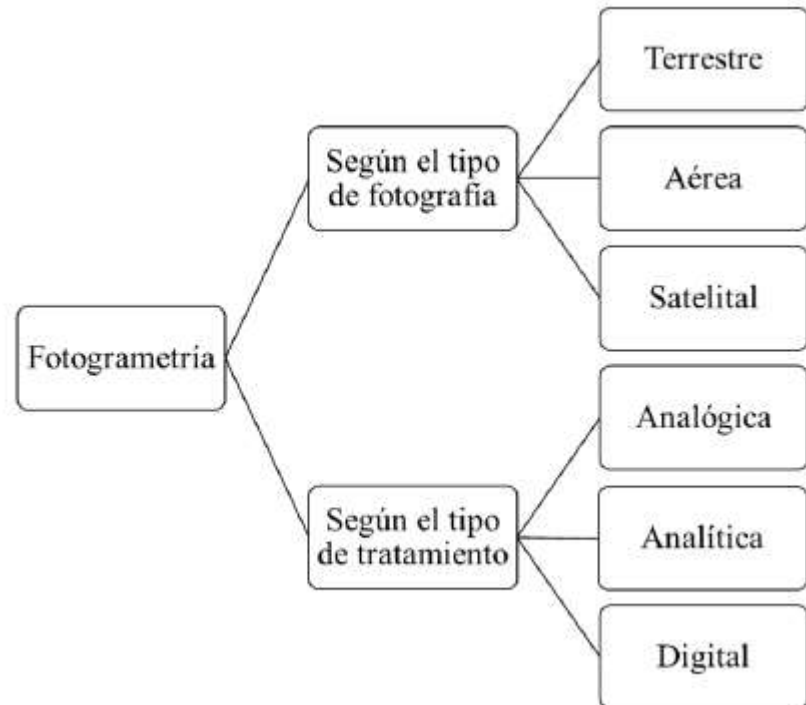
La fotogrametría es la técnica del procesamiento de imágenes que transforma las fotografías e un análisis en 2D a una interpretación en 3D. Las mediciones se hacen de manera indirecta: el trabajo y el procesamiento no se llevan a cabo directamente sobre el objeto que se estudia, sino sobre las imágenes. Este método se basa en relaciones matemáticas entre la geometría del proyecto y la visión estereoscópica, que está conectada con la habilidad natural del ser humano.

Las definiciones de fotogrametría la describen como "el arte, la ciencia y la tecnología que busca obtener información confiable y cuantitativa sobre objetos físicos y su entorno, utilizando procesos de captura, medición e interpretación de imágenes fotográficas" (American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1979). Otra definición la presenta como "la ciencia que permite realizar mediciones e interpretaciones precisas a partir de fotografías, con el fin de obtener características métricas y geométricas del objeto que se ha fotografiado" (Sociedad Internacional de Fotogrametría y Sensores Remotos). Vanderbilt university, n.d hay muchos enfoques de la fotogrametría (Universidad Nacional del Nordeste, 2012) para definir esta tecnología y describir sus aplicaciones actuales.

La fotogrametría se puede clasificar de varias maneras: en varias áreas dependiendo del tratamiento de las imágenes como se observa en la siguiente figura.

**Figura 1.**

*Clasificación de la Fotogrametría*



*Nota: Clasificación de la fotogrametría Fuente:(Universidad Noreste Argentina)*

### 2.2.1.1. Proceso Fotogramétrico

La fotografía estereoscópica aprovecha la habilidad natural que tenemos para percibir la profundidad y las distancias entre objetos. La razón de este fenómeno es que cada ojo ve el mismo objeto desde un ángulo un poco distinto. (Torres & Villate, 2000, pág. 327-328).

Debido a cómo están la perspectiva del observador, se forman dos imágenes diferentes del objeto en la retina. Estas imágenes juntas hacen que veamos el objeto en 3D. Este principio permitió desarrollar el proceso fotogramétrico. Este consiste en crear mapas topográficos usando fotos tomadas desde distintos ángulos. Al



proyectarlas bajo ciertas condiciones, se puede representar con precisión el terreno en su totalidad, incluyendo su topografía.

Maneras de averiguar el tamaño.

Es una parte muy importante de La fotogrametría y la interpretación de imágenes, en términos generales, se pueden describir como el proceso de obtener información útil y precisa a partir de fotografías. Esto implica analizar las imágenes para extraer datos sobre objetos y su entorno, utilizando técnicas que permiten medir y entender las características de lo que se está observando. la relación entre el tamaño de un objeto en una foto ( $d$ , también llamado ancho del sensor  $S_w$ ) y su tamaño real en el terreno ( $D$  es la huella de la imagen), o la relación entre la distancia de la cámara ( $f$ ) y la altura a la que se encuentra volando ( $H$ ). La escala no es la misma en toda la foto, esto se debe principalmente a la forma en que el terreno se deforma y a otros efectos relacionados con la perspectiva de la imagen, entre otros factores. (UNNE, 2011, pages 8-10).

Vamos a mencionar tres formas de averiguar el tamaño de una foto vertical. En la relación entre una fotografía y el terreno, la escala se determina comparando un segmento " $d$ " medido en la fotografía con su tamaño real en el terreno " $D$ ". Sobre la conexión entre fotografía y carta: Para calcular la escala, es necesario utilizar una carta de la misma área geográfica. Lo que se hace es comparar el tamaño de la foto con el tamaño de la carta.

Sobre la correlación entre la distancia focal y la altura de vuelo: otra forma de saber el tamaño de una fotografía es sabiendo la distancia



focal de la cámara que se usó y la altura a la que se encontraba al tomar la foto. Esto significa que se deben tener en cuenta estos datos que ya se han establecido antes de planificar el vuelo con fotografía aérea. Es esencial recordar que la altura de vuelo se calcula por la diferencia de la altura del terreno a la altura indicada por el altímetro del avión.

#### **2.2.2.1.2. Métodos de fotogrametría**

Se utilizan CDI y VIP para correlacionar imágenes digitales y medir la velocidad de partículas en movimiento. CDI es un método que se fundamenta en la idea de que las características externas de un objeto se mueven con la área del objeto y se mantienen después de que este se deforma. Por eso, al comparar dos imágenes seguidas, podemos averiguar cómo se han movido las cosas. El programa informático que se usa con esta técnica en el trabajo es llamado Ncorr, desarrollado por Blaber y otros (Blader 2015). VIP es una técnica que se centra en las texturas de las imágenes que se están analizando, es decir, en cómo varía el brillo en diferentes partes de la imagen. GeoPIV-RG y Ncorr son programas informáticos gratuitos desarrollados por (Stanier et al, 2015). Estas herramientas pueden ser utilizadas para detectar movimientos y cambios en objetos al combinar dos técnicas llamadas VIP y CDI.

Fotografía aérea con drones.

La fotogrametría se utiliza en drones para diferentes propósitos. Según varios autores, una ventaja es que los drones pueden cubrir áreas grandes rápidamente y llegar a lugares remotos e inaccesibles en tierra de manera efectiva. Según un estudio de



Berra, (Gaulton & Barr 2017), se investiga cómo los drones se utilizan para observar el color de las plantas y índice de diferencia normalizada de vegetación (NDVI).

Se dan consejos concretos para ajustar modelos al hacer mediciones, resaltando la relevancia de usar suficientes Puntos de Control Terrestre en la investigación. Se ha descubierto que los drones son muy útiles para estudiar la vegetación debido a su gran flexibilidad, lo que permite obtener imágenes detalladas de forma constante.

Ridolfi, Buffi, Venturi, y Manciola (2017) estudian la exactitud de los modelos creados para embalses de agua utilizando drones. Estos escritores comienzan su investigación hablando sobre cómo se están utilizando drones en proyectos de construcción y resaltando su relevancia en esta área. Además, destacan la importancia de usar la técnica SFM (Structure from Motion) para crear modelos 3D a partir de nubes de puntos.

En cuanto a cómo se va a llevar a cabo el estudio, se pretende investigar cómo la cantidad de puntos de control influye en la exactitud de los modelos 3D creados en comparación con la topografía convencional. Los cambios realizados incluyen ajustar la cantidad y la localización de unos puntos de control en la represa Ridracoli, que está en la provincia de Forli Cesena en Italia. Se utiliza un dron de cuatro hélices llamado HighOne 4HSE Pro para realizar fotogrametría con un 80% de superposición entre las fotos.

### 2.2.2. Imagen Digital

Una imagen digital es una representación visual que se basa en coordenadas x e y. El valor de la imagen en un punto específico se relaciona con la cantidad de luz reflejada o transmitida en ese punto, lo cual se percibe visualmente por el color o tono de gris en ese lugar.

La digitalización de imágenes es el proceso de convertir una fotografía real en una cuadrícula de puntos de un tamaño específico, donde cada punto representa un valor que representa su color. Por lo tanto, se puede decir que una fotografía digital es como una cuadrícula con n filas y m columnas. A cada cuadro de la matriz se le llama píxel y muestra una superficie que depende de su tamaño en anchura y altura. Cada puntito en la pantalla tiene asignado un número o varios números.

### 2.2.3. El drone

Un drone es un tipo de avión sin piloto que se controla a distancia, principalmente utilizado en el ámbito militar. La palabra 'drone' proviene de 'dran' o 'draen', que significa abeja macho o zángano. Esto se debe al sonido que hacen los propulsores, similar al zumbido de los zánganos al volar. El principal objetivo del Drone es llevar la cámara. Estos vehículos controlados a intervalos de espacio también se llaman UAV, UAS y RPA. (Mena, 2018, page 2).

Son dispositivos voladores sin tripulación utilizados en muchas situaciones diferentes para recopilar información de lugares a los que no se puede acceder fácilmente. Hoy en día, tienen sensores



que capturan imágenes y videos de alta calidad. Estos pueden ser corregidos digitalmente para realizar mediciones precisas. (Sani, Morillo, Tierra, 2014, pag 2).

### **Normatividad Vigente**

La Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) ha establecido en las Normas Técnicas Complementarias 001-2015 (NTC) los requisitos para las operaciones de drones, con el fin de asegurar la seguridad de todas las personas y objetos en el aire y en tierra. La norma NTC 001-2015 se emitió el 3 de noviembre de 2015 y se dio a conocer en el diario El Peruano el 28 de diciembre de 2015.

La Ley 30740, también conocida como la Ley de Drones, fue publicada en Perú el 22 de marzo de 2018. Su objetivo es asegurar la seguridad de las personas y propiedades en tierra y agua, así como la protección de todos los usuarios del espacio aéreo Utilidad. Esta norma se aplica a las personas u organizaciones que quieran utilizar drones para cualquier actividad no militar. No se aplica a los aviones del gobierno, es decir, aquellos utilizados en funciones militares, policiales o aduaneras.



### 2.2.3.1. Vuelo Fotogramétrico

El vuelo fotogramétrico consiste en volar sobre un área a una altura y velocidad constantes, siguiendo una secuencia de rutas paralelas llamadas pasadas, controlando la dirección del avión. (CIREN, 2003).

En un solo recorrido, la cámara tomará fotos del terreno a intervalos regulares para asegurar que haya una superposición específica entre las imágenes consecutivas. Entre dos veces que se pasa algo, generalmente en direcciones opuestas, habrá un solape o recubrimiento transversal que se ha decidido de antemano.

Realizar un levantamiento topográfico utilizando un dron o un método fotogramétrico.

Es un método que consiste en obtener información sobre la forma del terreno utilizando fotografías tomadas desde un dron a diferentes alturas y ángulos. (ICGEO, 2017, Chapter III).

La implementación de drones en actividades de medición de terrenos se está volviendo más frecuente entre los ingenieros. Utilizan estos dispositivos para crear mapas detallados, imágenes aéreas, modelos digitales de la superficie y realizar cálculos de volumen. (Knisely, 2020).



### 2.2.3.2. Plan de vuelo Fotogramétrico con dron

Es la etapa más importante debido a que el éxito culminante de cualquier proyecto de fotogrametría de drones depende principalmente de tener fotografías de alta calidad. (Pérez, 2001, page 10).

Para obtener un producto fotográfico, hay cuatro pasos importantes que incluyen la planificación del vuelo, la preparación en tierra, tomar las fotos, procesar las imágenes y realizar cálculos. (Alberto, 2017, pág. 2)

El plan de vuelo es un conjunto de cálculos que se hacen antes de realizar un vuelo fotográfico. Estos cálculos ayudan a organizar las operaciones necesarias para lograr el objetivo con las condiciones establecidas. (Santamaria&Sanz, 2011, pp 14).

La planificación del vuelo se basa en la escala deseada, el tipo de terreno, la ubicación, los detalles, el tamaño a cubrir y las condiciones meteorológicas, especialmente la velocidad del viento. Tamaño, altura de vuelo y el denominado Ground Sampling Distance (GSD). La altitud a la que se vuela afectará la dimensión del área de imagen la distancia de muestreo (GSD). Que indica cuánto espacio en la superficie cubre un pixel de la cámara en nuestra imagen final. A mayor altura de vuelo, cada pixel abarcará más área, pero la imagen tendrá menos detalle. Se expresa en centímetros por pixel.

### Procesado y cálculo



Después de tomar las fotos y recopilar las coordenadas de los puntos de referencia, se calculan los ángulos de las fotos (restitución fotogramétrica) utilizando la Aerotriangulación y los datos de telemetría descargados.

La aerotriangulación es cuando se triangulan y se intersectan al mismo tiempo los rayos capturados en las imágenes. Los rayos luminosos que provienen de dos o más imágenes se superponen y se cruzan en puntos específicos. Esto ayuda a establecer las coordenadas en tres dimensiones para cada punto. Es un modelo matemático que utiliza ecuaciones de alineación y muchas repeticiones para ser más fuerte y obtener resultados confiables. (Quirós, 2014, pag 93-94)

### **2.2.3.3. Productos fotogramétricos**

Los Productos fotogramétricos se refiere a los resultados obtenidos a través de la fotogrametría. Los principales productos que se obtienen del proceso fotogramétrico describen a continuación (Quirós Rosado, 2014, págs. 101-113).

Representaciones tridimensionales en computadora.

Si se toman y guardan las coordenadas x, y, z de cada punto importante y decisivo del terreno, se puede crear un mapa tridimensional del relieve del terreno. Los modelos más comunes en la fotogrametría son:

Un Modelo Digital de Terreno (MDT) es una representación en 3D de un terreno sin vegetación ni edificaciones. La información esencial para un Modelo Digital de Terreno son las



coordenadas de los puntos importantes en tres dimensiones. x,y,z. Cuanto más punto haya en la cuadrícula, el modelo será más preciso. Con esta información se pueden crear curvas de nivel, secciones longitudinales, cortes transversales y perspectivas panorámicas, además de calcular volúmenes de tierra.

Un Modelo Digital de Terreno (MDT) se convierte en un Modelo Digital de Superficie (MDS) cuando incluye vegetación o edificaciones.

Un Modelo Digital de Elevación (MDE) es un modelo que muestra cómo varía la altura en un área específica. También se le llama Modelo Digital de Elevaciones (MDE, Digital Elevation Model) cuando representa la distribución de altitudes en un lugar.

#### **2.2.4. Procesamiento electrónico de la Información**

Los avances constantes en la mejora en el rendimiento y velocidad de los equipos de hardware, así como en la simplificación de los programas de software, han vuelto indispensable su utilización en diversas áreas de la ingeniería. La rapidez en el manejo de datos y la reducción de errores de cálculo son las principales contribuciones del computador en los procesos de cálculo. Si los datos presentan imprecisiones o errores, el computador generará resultados inexactos o incorrectos, de manera inherente. En consecuencia, la computadora no puede reemplazar el juicio basado en el conocimiento del ingeniero que gestiona la información. (Torres



& Villate, 2000, págs. 427-430)

Es importante destacar que, para utilizar eficazmente la computadora, es fundamental contar con un conocimiento sólido de la teoría y los principios fundamentales de la topografía y del área de aplicación correspondiente. Este conocimiento facilitará la enunciación de problemas y la estructuración lógica de sus soluciones. El ordenador posibilita el procesamiento de la información con una rapidez y exactitud que de otro modo serían inalcanzables.

### 2.2.5. Topografía

La topografía tiene como objetivo la medición de áreas de terreno, mediante la recopilación de información requerida para representar su configuración y atributos en un plano a escala. Según (Torres y Villate, 2000, p 17), la palabra tiene su origen en el griego "topos" que significa lugar y "grapho" que significa describir. No obstante, en un sentido más amplio, la topografía se define como la disciplina que abarca todos los procesos para la medición y recolección de datos físicos sobre la Tierra y su entorno, así como el procesamiento de dicha información y la entrega de los productos obtenidos a una variedad de clientes. La topografía es esencial en la mayoría de las labores de ingeniería, dado que la planificación de un proyecto se efectúa tras contar con datos y planos topográficos que detallan con exactitud todas las particularidades del terreno en el cual se ejecutará la obra.

#### A) División de la topografía



El estudio del relieve puede ser clasificada en dos amplias categorías. (Torres & Villate, 2000, p19) La Planimetría se enfoca exclusivamente en la representación del terreno en un plano horizontal imaginario que se considera como la superficie promedio de la tierra. Por supuesto, ¿podría proporcionarme el texto que le gustaría que reescriba en lenguaje académico. La altimetría es un método que considera las disparidades de elevación entre los diversos puntos de un área de terreno. Para la correcta confección de un plano topográfico, es fundamental tener conocimiento de dos aspectos clave de la topografía. Esto permitirá determinar con precisión la ubicación y altitud de cada punto en el terreno.

## B) Levantamientos Topográficos

Los levantamientos topográficos son procedimientos fundamentales en la ingeniería civil para determinar y representar las características físicas y geográficas de un terreno. Estos levantamientos se realizan a través de técnicas y equipos especializados que permiten obtener información detallada y precisa sobre la topografía de un área específica.

Los levantamientos topográficos son un procedimiento que consiste en la medición, cálculo y representación gráfica para establecer la posición relativa de los puntos que componen una superficie terrestre. Su propósito es determinar la configuración del terreno, así como la ubicación de elementos naturales o construcciones humanas. (Wolf & Ghilani, 2016, págs. 7-9).

En un levantamiento topográfico, se deben seguir dos procesos



fundamentales en el procedimiento. El trabajo en terreno se refiere a la recolección de datos o la identificación de ubicaciones. El trabajo de oficina implica actividades como el cálculo y el dibujo.

Mediante los datos recopilados por el topógrafo en el terreno y empleando métodos matemáticos, se realizan cálculos de distancias, ángulos de visión, caminos, datos espaciales, elevaciones, superficies o volúmenes, según las necesidades específicas de cada situación. Existen dos categorías principales en las que se clasifican los levantamientos topográficos: geodésicos y planos.

#### **2.2.6. Determinación de volúmenes**

Para construir una carretera, se requiere desplazar mucha tierra. En la construcción de montículos de tierra, como en este caso, es importante determinar cuánta tierra se necesita para hacer el montículo y cuánta tierra adicional se necesita para construirlo. En la construcción de zanjas, es importante calcular cuánto material hay que mover para saber cuánto costará llevarlo al lugar donde se necesita. (Casanova, 2012, Chapters 1-22).

Según la forma en que la materia se encuentra y su temperatura, el volumen puede variar. De esta manera, un objeto sólido tiene un tamaño fijo, En contraste con los líquidos y gases, que no poseen un tamaño fijo y se ajustan al recipiente en el que se encuentran. Debido a cambios de temperatura, los sólidos, gases y líquidos pueden aumentar o disminuir su tamaño, es decir, expandirse o contraerse (Raffino, 2020).



## a) Volumen entre secciones transversales

Por lo general, para calcular los volúmenes se utilizan secciones transversales que se toman de forma perpendicular a lo largo del eje central. (Casanova, 2012, Chapters 1-33)

Las formas de corte pueden variar. diferentes tipos de cortes en el terreno, como En una zanja, en un cerro inclinado, en un montículo de tierra o en una pendiente moderada. La distancia entre dos partes seguidas depende de cómo sea el terreno. Se sugiere que las partes estén separadas por 40 metros en terrenos planos y por 20 metros en terrenos montañosos. También es importante marcar divisiones en los lugares importantes del camino, como donde empiezan y acaban las curvas y donde hay cambios bruscos en el terreno.

Los dos métodos más comunes para calcular los volúmenes en la construcción es el procedimiento de las áreas promedio y el procedimiento del prismoide. A continuación, se explican de forma breve.

## b) Método de áreas Medias

Este es un método, se compara el espacio entre dos partes seguidas del mismo tipo, ya sea excavadas o rellenadas.

Para simplificar, se considera que la línea de paso va de lado a lado en ángulo recto con el eje. El volumen de tierra que se corta entre el zona de corte "Ac" y la línea de paso "A0 = 0", y el volumen de Terraplen se agrega entre el área de terraplén y la línea de paso "A0



=0", se determinan usando ciertas fórmulas.

### c) Método del prisma.

Es una técnica utilizada que es fácil de entender y usar, pero no es preciso porque supone que el tamaño del área cambia de forma constante a lo largo de la longitud. En ciertas situaciones especiales, es necesario calcular el volumen con más exactitud, por lo que se utiliza el método del prismoide.

Un prismoide es una figura sólida con lados que son paralelos entre sí y con superficies laterales planas o curvas.

### 2.2.7. Movimiento de tierras

Los movimientos de tierra son acciones que las personas realizan para cambiar la forma de un terreno de acuerdo a un proyecto previamente planeado. Esto se hace mayormente con maquinaria especializada. (Orta, 2013).

Estos pueden ser agrupados en:

**Conformaciones:** En estas no hay cambios importantes en la superficie, se evitan cambios bruscos o peligrosos como agujeros, rocas o precipicios que puedan poner en riesgo la vida de las personas.

**Explanaciones:** En estos casos, se realizan cambios importantes en la forma del terreno, lo que implica mover grandes cantidades de tierra (excavar y rellenar). Las explicaciones se llevan a cabo construyendo "Estructuras de Tierra y/o Roca" (E.T.). Estos rellenos son hechos con materiales naturales o artificiales como tierra o



piedra compactados muy fuerte. Se utilizan para sostener carreteras y estructuras.

**Terraplenes y Terrazas:** Usando materiales para rellenar, comúnmente suelos naturales de buena calidad. (según clasificación AASHTO o HRB) (Tiktin, 1994).

#### 2.2.8. Sistema de coordenadas WGS 84

El WGS84 es una estructura global de ubicación que se utiliza para encontrar cualquier lugar en la Tierra con solo tres unidades de medida, sin necesidad de usar otro punto de referencia. WGS84 es la abreviatura en inglés de World Geodetic System 84, que se traduce como Sistema de medición Mundial 1984. Es un sistema de ubicación hecho por la Agencia de Mapeo del Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DMA).

#### 2.2.9. Movimiento de tierras

La correlación de Pearson tiene dos características clave. En primer lugar, sus valores van de -1 a 1, lo que significa que  $-1 \leq r_{xy} \leq 1$ . En segundo lugar, el cuadrado de la correlación de Pearson indica cuánta variabilidad de una variable es explicada por la otra. Sin embargo, esta interpretación puede ser poco precisa. El coeficiente de correlación no explica cómo están relacionadas las variables.  $x$  e  $y$ . (Wilks Daniel 2006).

La correlación de Pearson es esencialmente una no dimensionalizada covarianza entre dos variables. Entonces tenemos:



$$s_{xy}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

Donde  $x_i$  indica el valor de la variable uno para el individuo  $i$ ,  $y_i$  indica el valor de la variable dos, con la diferencia de las medias de cada variable, el cálculo de la desviación de cada variable

Interpretación: Distintos conjuntos de puntos  $(x, y)$  y su nivel de correlación en cada conjunto. Es importante observar que la correlación muestra si la relación entre dos cosas es lineal o no, y también indica la dirección de esa relación.

El índice de correlación puede tener valores entre -1 y 1. Si el valor de  $r$  es igual a 1, hay una correlación positiva perfecta. El índice muestra que las dos variables están completamente relacionadas, lo que se llama una "relación directa": si una aumenta, la otra también lo hace en la misma proporción.

Si  $0 < r < 1$ , tiene una correlación positiva.

Si  $r = 0$ , no existe relación lineal. Pero esto no significa que las variables sean independientes: aún pueden haber relaciones complicadas entre las dos variables.

Si  $-1 < r < 0$ , posee una correlación negativa.

Si  $r = -1$ , existe una correlación negativa perfecta.

El índice muestra que las dos variables están completamente relacionadas de forma inversa: cuando una aumenta la otra disminuye en proporción constante



## 2.3. Marco Conceptual

### 2.3.1. Cálculo de Volúmenes

En proyectos de ingeniería, a menudo es necesario calcular cuánta tierra se necesita quitar para nivelar el terreno antes de construir. Esto significa calcular cuánto espacio hay entre el suelo natural y el suelo modificado para el proyecto. También es importante medir otras partes de la construcción, como bases, paredes, pilares, vigas, pisos, barras de metal, terraplenes, protecciones, refuerzos y el centro de un muro (Serafino, 2019).

### 2.3.2. Georreferenciación

La georreferenciación o rectificación es un proceso que ayuda a determinar la ubicación de un elemento en un sistema de coordenadas distinto al original. Hay dos tipos de sistemas de coordenadas: el sistema de origen y el sistema de destino. Este método consiste en relacionar las posiciones de los elementos en dos estructuras espaciales para poder determinar la posición en uno si se conoce en el otro (Dávila & Camacho, 2012).

### 2.3.3. Dron

Vehículo aéreo no tripulado son sistemas de vuelo controlados a distancia que son comúnmente llamados drones. Estos vehículos pueden volar sin un piloto dentro, pero también pueden ser controlados por pilotos humanos desde lejos, ya sea a distancia como a metros o kilómetros de distancia (Sánchez, 2017).



### **2.3.4. Cámara**

Son dispositivos de vuelo controlados a distancia, popularmente llamados drones. Estos aviones no tienen pilotos dentro, pero pueden ser controlados por personas desde lejos, a distancias cortas o largas (Sánchez, 2017).

### **2.3.5. Pixel**

El píxel representa la mínima unidad de una imagen digital, y en conjunto, en un número incontable, conforman la totalidad de la imagen. Cada píxel, uniforme en color, se suma a otros con variaciones significativas para crear una imagen de mayor o menor complejidad. Estos píxeles pueden tener tres o cuatro opciones de color disponibles, como colores primarios como rojo, verde y azul, o colores secundarios como magenta, amarillo y cian Bembibre, 2009).

### **2.3.6. Imágenes formato JPG**

La calidad de una imagen digital está determinada por su resolución, la cual está vinculada al tamaño de los píxeles. Si estos son muy grandes, la imagen puede perder detalles, mientras que, si son muy pequeños, la calidad aumenta, aunque esto implica un mayor espacio de almacenamiento. La resolución se expresa en ppp (píxeles por pulgada) (Claros et al., 2016).



## CAPITULO III

### METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

#### 3.1. Tipo de la investigación

El tipo de investigación utilizado es para describir y explicar, poniendo énfasis en el uso de números para analizar datos (Hernández & Mendoza, 2014). Según Hernández y sus compañeros, las investigaciones descriptivas buscan brindar información detallada sobre cómo son y se muestran ciertos fenómenos, como en este caso, la fotogrametría. Estos estudios se enfocan en medir o recolectar datos sobre los temas o elementos que se están analizando.

#### 3.2. Diseño de la investigación

Este trabajo de diseño no es experimental, ya que no se van a cambiar a propósito las variables que se están estudiando (Hernández & Mendoza, 2014).

#### 3.3. Ubicación del área en estudio

El estudio se realizó en el departamento de Puno siendo las siguientes

Coordenadas:

Región : Puno

Provincia : San Román

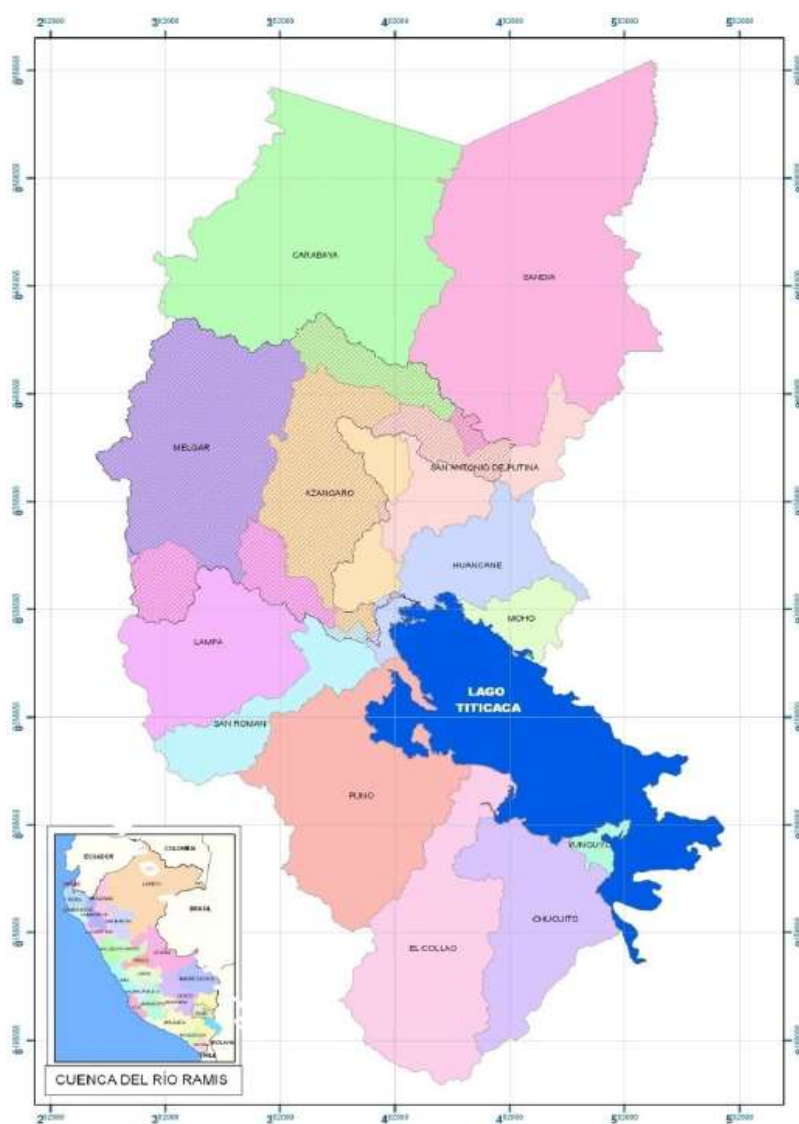
Distrito : Caracoto

Coordenadas UTM

Ubicación	Norte WGS-84	Este WGS-84	Elevación G	Zona
Caracoto	-70.14375450	-15.55464225	3908.008	19L

**Figura 2.**

*Ubicación del área en estudio*



*Nota : Ubicación geográfica puno Fuente:(IGP,2020)*



### **3.4. Población y Muestra**

#### **3.4.1. Población**

La población se determina por el área de estudio que incluye puntos en diferentes ubicaciones en la superficie del terreno.

#### **3.4.2. Muestra**

El número de puntos a estudiar se decide basándose en el área de 800 metros cuadrados, con medidas de 25 por 35 metros, y las coordenadas de 23 puntos seleccionados, comparando datos de un dron con los de una estación total.

### **3.5. Materiales e instrumentos**

Para establecer la calidad de las imágenes se realizó con una estación total TPCON GPT 7503 con referencia de datos al dron mavic 3 enterprise con modulo RTK de precisión centimetrica. A una altura de vuelo de 20 metros, se usó también el software PIXD4 para la digitalización de las fotos.

### **3.6. Flujo de trabajo**

Para el estudio del presente se tiene el siguiente flujo de trabajo

Determinación de Zona de Estudio

Georreferenciar

Procesamiento de trabajo con estación Total

Procesamiento de Trabajo con Dron Mavic 3 Enterprise

Crear misión

Procesamiento de datos

Calculo de Volumen

Conclusiones Recomendaciones

Además de la información sobre la lluvia, también se usaron datos de un modelo de pronóstico con alta resolución espacial y datos del Centro Nacional de Predicción Ambiental para el análisis del clima.

### 3.7. Determinación de Puntos de control geodésicos

Para escalar el objeto a modelar, es importante que las imágenes incluyan puntos de control. No todas las imágenes deben tener estos puntos, pero cada punto de control debe aparecer en al menos tres fotografías para poder integrarlo al modelo. Se requieren al menos tres puntos de control para escalar el modelo en sus tres ejes. No obstante, cuanta más cantidad de puntos de control se utilicen, mayor será la precisión del modelo.

### 3.8. Georreferenciación

Con el equipo de trabajo como es la estación total a lo largo del área estudiado se determina las coordenadas Los BMs se establece con las normas del IGN en sus normas técnicas de posicionamiento con precisión de horizontal de 10 mm y posicionamiento vertical de 15 mm tal como lo establece las normas técnicas.

**Tabla 1.**

*Coordenadas UTM*

COORDENADAS UTM WGS-84			
ESTE(m)	NORTE (m)	Elevacion Geoidal (m)	ALTURA Elipsoisal(m)
-15.5549497	-70.1437577	3907	3967.3512
-15.5551823	-70.1435936	3908	3948.2159
-15.5547332	-70.1434299	3908	3938.1578
-15.5550336	-70.1429364	3902	3948.9912

*Nota: Coordenadas UTM WGS-84 Fuente: Elaboración propia*



**Tabla 2.**

*Factor de Escala.*

FACTOR ESCALA-		
Combined grid to ground scale factor	Combined ground to grid scale factor	Convergence
1.000824611	0.999166078	0°18'11.8596"
1.000814411	0.999196182	0°18'38.4793"
1.000812968	0.999187693	0°18'38.7079"
1.000826122	0.999187397	0°18'38.2093"

*Nota: Factor de escala, con cota promedio 3907.00 msnm Fuente: del autor*

Factor de Escala      1.000000  
 Cota promedio:3907.00 msnm  
 Presión atmosférica    : 469 mmHg

**Tabla 3.**

*Coordenadas de los Puntos*

COORDENADAS OBTENIDAS CON LA ESTACION TOTAL				
NUM.	ESTE WS84- 19S	NORTE WGS- 19S	ELEVACION EGM-200	DESCRIP.
1	-15.55464225	-70.1437545	3908	
2	-15.55473711	-70.14375522	3908	
3	-15.55480494	-70.14375583	3907	
4	-15.554882	-70.14375733	3907	
5	-15.55494972	-70.14375769	3907	
6	-15.55502192	-70.14375786	3907	
7	-15.55509583	-70.1437585	3906	
8	-15.55516969	-70.14375769	3907	
9	-15.55524019	-70.14375814	3907	



10	-15.55531406	-70.14375872	3906
11	-15.55538683	-70.14375794	3906
12	-15.55543925	-70.14375706	3906
13	-15.55542636	-70.14359739	3908
14	-15.55532236	-70.14359294	3908
15	-15.55525469	-70.14359411	3908
16	-15.55518231	-70.14359358	3908
17	-15.55510808	-70.14359292	3908
18	-15.55503403	-70.14359267	3908
19	-15.55496453	-70.14359325	3908
20	-15.55489153	-70.14359306	3908
21	-15.55481775	-70.14359308	3909
22	-15.55474492	-70.14359311	3909
23	-15.55467144	-70.14359289	3909
24	-15.55462247	-70.14359344	3909
25	-15.55463433	-70.14343	3908
26	-15.55473322	-70.14342992	3908
27	-15.55480825	-70.14342961	3908
28	-15.55488106	-70.14342956	3908
29	-15.55495097	-70.14342975	3907
30	-15.55502422	-70.14342939	3907
31	-15.55509761	-70.14342922	3907
32	-15.55516772	-70.1434295	3907
33	-15.55524467	-70.14342939	3906
34	-15.55531467	-70.14342933	3906
35	-15.55538831	-70.14342956	3906
36	-15.55543767	-70.14343003	3906



37	-15.55542467	-70.14326747	3906
38	-15.55532619	-70.14326589	3905
39	-15.55525481	-70.14326542	3905
40	-15.55518183	-70.14326528	3905
41	-15.55510878	-70.14326486	3905
42	-15.55503867	-70.14326453	3905
43	-15.55496156	-70.14326456	3904
44	-15.55489206	-70.14326467	3904
45	-15.5548185	-70.14326447	3904
46	-15.55474503	-70.14326431	3904
47	-15.55467508	-70.14326464	3904
48	-15.55462119	-70.14326472	3904
49	-15.55463389	-70.14310269	3903
50	-15.55473519	-70.14310181	3903
51	-15.55480656	-70.14310122	3903
52	-15.55487958	-70.14310106	3903
53	-15.55494997	-70.14310153	3902
54	-15.55502642	-70.14310097	3902
55	-15.55509614	-70.14310106	3902
56	-15.55517011	-70.143101	3902
57	-15.55523994	-70.14310131	3902
58	-15.55531736	-70.14310094	3902
59	-15.55538706	-70.14310128	3902
60	-15.55543808	-70.14310144	3902
61	-15.55542356	-70.14293975	3902
62	-15.55532475	-70.14293808	3902



63	-15.55525317	-70.14293681	3902
64	-15.55517664	-70.14293714	3902
65	-15.55511097	-70.14293692	3902
66	-15.55503356	-70.14293639	3902
67	-15.55496386	-70.14293619	3902
68	-15.55489078	-70.14293592	3901
69	-15.55481733	-70.14293578	3901
70	-15.55474711	-70.14293575	3901
71	-15.55467033	-70.14293603	3901
72	-15.55462186	-70.14293633	3902

*Nota: Coordenadas obtenidas con estación total Fuente: Elaboración por el Autor*

### **3.9. Levantamiento topográfico mediante Drones**

El levantamiento topográfico mediante Drones o Levantamiento Fotogramétrico, se realizó con un Drone Mavic 3 Enterprise con modulo RTK, ser realizo con el procedimiento para fotogrametría digital aérea.

Se creó un plan para tomar fotos desde el aire utilizando la aplicación Pix4Dcapture versión 4.5. Esta aplicación nos permite configurar los distintos tipos de vuelo. y sus las características de parámetros de acuerdo al Drone Mavic 3 Enterprise.

Las imágenes capturadas durante el vuelo se procesan con el software Pix4Dmapper para crear un modelo digital de superficies (MDS).

Las curvas de nivel derivadas del MDS se exportan en formato DWG. Posteriormente, Se crea una superficie en el programa Autodesk Civil 3D. y se calculan los volúmenes.

### **3.10. Plan de vuelo**

El plan de vuelo del dron Mavic Enterprise está cuidadosamente creado

para garantizar una recopilación de datos eficaz y segura.

- Altitud de Vuelo: Determinar la altitud adecuada (normalmente entre 50-100 metros, dependiendo de la resolución deseada).
- Patrón de Vuelo: Diseñar un patrón de rejilla (grid) para asegurar la cobertura completa del área.
- Superposición de Imágenes: Configurar una superposición frontal y lateral de al menos 70%.
- Puntos de Interés (POI): Establecer POIs si es necesario para enfocar en áreas específicas.

Detalles Específicos del Plan de vuelo

Altitud de Vuelo: 70 metros.

Superposición Frontal: 75%.

Superposición Lateral: 70%.

Área a Cubrir: 1800 m<sup>2</sup>.

Patrón de Vuelo: Rejilla (grid).

Velocidad de Vuelo: 3 m/s (ajustar según condiciones del viento y otros factores).

### Figura 3.

*Plan de Vuelo PIXD4*



*Nota:* Plan de vuelo con los parámetros correspondiente se realizaron más de dos vuelos de 70 metros y altura de vuelo de 50 metros, para una referencia de datos optimo Fuente: *Software PIXD4 ver 4.56*

### 3.11. Procesamiento de datos

Se selecciona el software fotogramétrico Pix4D donde se importan las imágenes tomadas por las fotos para la generación de una nube de puntos y un ortomosaico se deben ajustar los parámetros de procesamiento

Resolución de Imagen

1.75 cm /Pixel altura de vuelo 70 m

1.25 cm /Pixel altura de vuelo de 50 m

Traslape longitudinal y transversal

Considerando el tipo de terreno ya que en el estudio no se cuenta se estableció en dron mavic 3 enterprise 70% lateral y 83 % longitudinal estos parámetros son los considerados para terrenos poco accidentados el vuelo fue programado a una velocidad de 3 km/hora. Con una cámara digital de 4/3 orientación de 90 grados.

#### **Figura 4.**

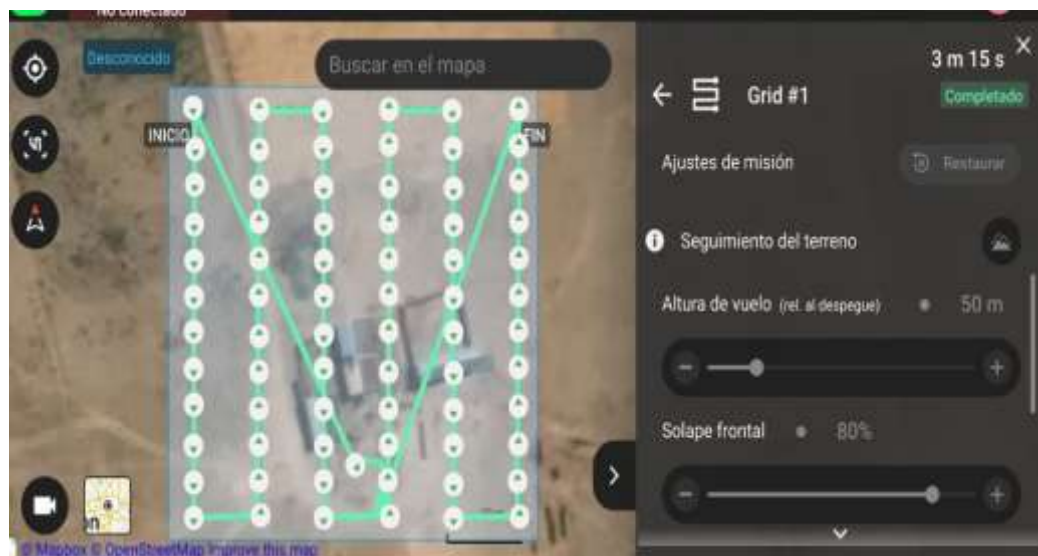
*Configuración del plan de vuelo aplicación Pix4D Solape ángulo 90*



*Nota: Software PIX4D ver 5.46 grid 1 Fuente: del autor*

**Figura 5.**

*Configuración del plan de vuelo aplicación Pix4D Altura de Vuelo*



*Nota: Plan de vuelo altura 50 m software PIX4D Fuente: del autor*

### 3.12. Cálculo del Volumen

La técnica elegida es el Volumen compuesto ya se puede aplicar a una amplia variedad de formas irregulares y complejas. dada su precisión: Si se realiza correctamente, puede proporcionar resultados precisos.



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. Datos de los volúmenes con la Estación Total

**Tabla 4.**

*Calculo de Volúmenes*

CALCULO DE VOLUMENES - ESTACION TOTAL							
	Area Corte (m <sup>2</sup> )	Area Relleno (m <sup>2</sup> )	Vol Corte (m <sup>3</sup> )	Vol Relleno (m <sup>3</sup> )	Vol Acumulado Corte (m <sup>3</sup> )	Vol Acumulado Relleno (m <sup>3</sup> )	Volumen  Neto (m <sup>3</sup> )
0+000.00	0	0	0	0	0	0	0
0+005.00	0	0	0	0.02	0	0.04	0.54
0+011.00	0	0	0	187.74	0	195.79	191.68
0+015.00	0	0	26.48	145.78	29.58	331.47	314.98
0+020.00	0	0	141.54	58	178.02	379.55	205.45
0+025.00	0	0	292.96	29.8	380.98	418.36	82.62



0+030.00	0	0	309.35	2.93	780.34	391.09	389.25
0+035.00	0	0	528.78	3.23	1169.11	401.32	856.8
0+040.00	0	0	459.01	3.06	2327.12	452.38	1823.75
0+045.00	0	0	398.54	2.68	2305.66	398.05	1870.60
0+050.00	0	0	96.17	0	1951.84	315.05	1986.78

*Nota: Calculo de volúmenes con la estación Total Trimble 5603 Fuente: del autor*

Del cuadro podemos apreciar mediante los datos obtenidos por la estación Total después de los estudios realizados son:

Volumen de corte calculo **2156.26 m3**

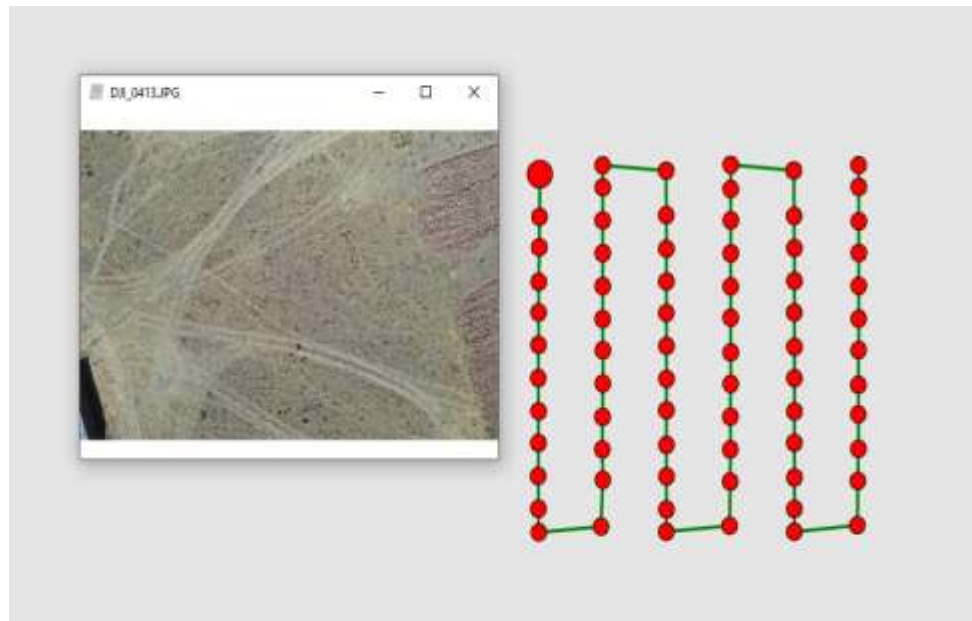
Volumen de re

lleno calculo **384021 m3**

## 4.1.2. Procesamiento de datos fotogramétricos.

**Figura 6.**

*Procesamiento plan de vuelo*



*Nota: Procesamiento plan de vuelo PIX4D ver 4.56 Fuente: del autor*

Ejecución del Plan de vuelo

### Importación de los Datos Obtenidos

Creación del proyecto:

- Asigne un nombre descriptivo y un directorio adecuado para su proyecto.
- Esto facilitará la organización y el acceso a los archivos del proyecto.

Acceso al flujo de trabajo:

- Navegue hasta el "flujo de trabajo" o espacio de trabajo del software fotogramétrico.
- Localice el botón "Añadir fotos" dentro de esta interfaz.



- Selección de la carpeta de imágenes:

Abra la carpeta que contiene las fotografías que desea procesar.

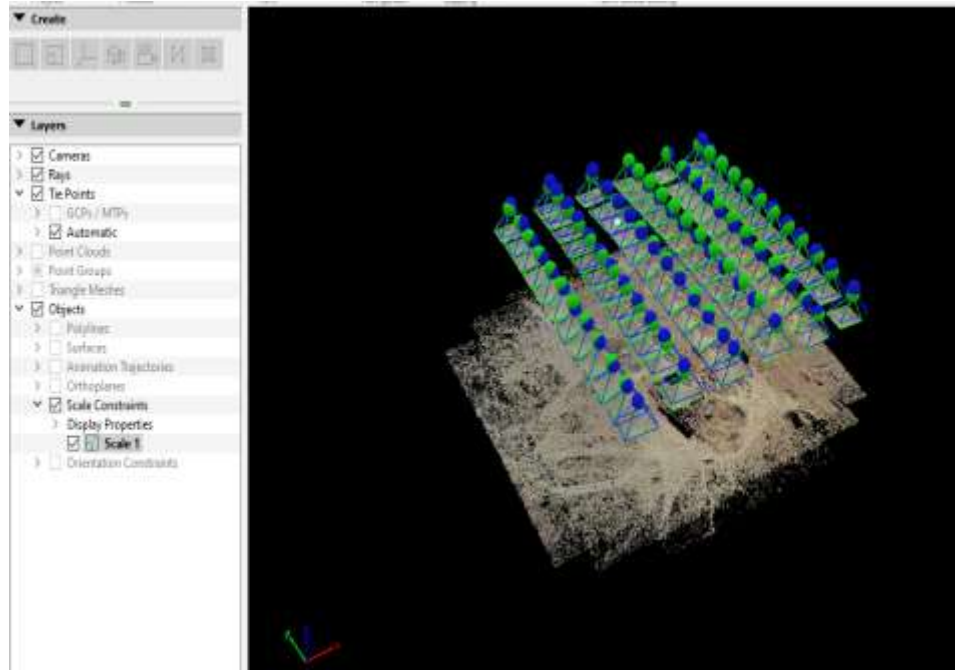
- Seleccione la carpeta completa para cargar todas las imágenes relevantes.
- Carga de las imágenes:
- El software iniciará el proceso de carga de las imágenes seleccionadas en el proyecto.
- Clasificación de Nube de puntos
- El programa utiliza fórmulas para encontrar puntos en el suelo y crear la superficie real de la nube de puntos, lo que ayuda a organizar la nube de puntos.
- El "ángulo máximo a" es el límite de inclinación permitido entre el terreno y una línea que une dos puntos en un mapa.
- La distancia máxima (d) es la medida que indica cuánto está alejado un punto del modelo del terreno. Este valor indica cuánto puede cambiar la altura del suelo.
- El tamaño de la cédula es el tamaño de la cuadrícula que se necesita para dividir la nube de puntos como primer paso. "Debería" significa que algo es recomendable o necesario hacerlo.

#### 4.1.3. Crear modelo digital de elevaciones

Es parte del proceso de imágenes con esta es posible crear la imagen digital de elevaciones.

#### Figura 7.

*Modelo digital de elevaciones*

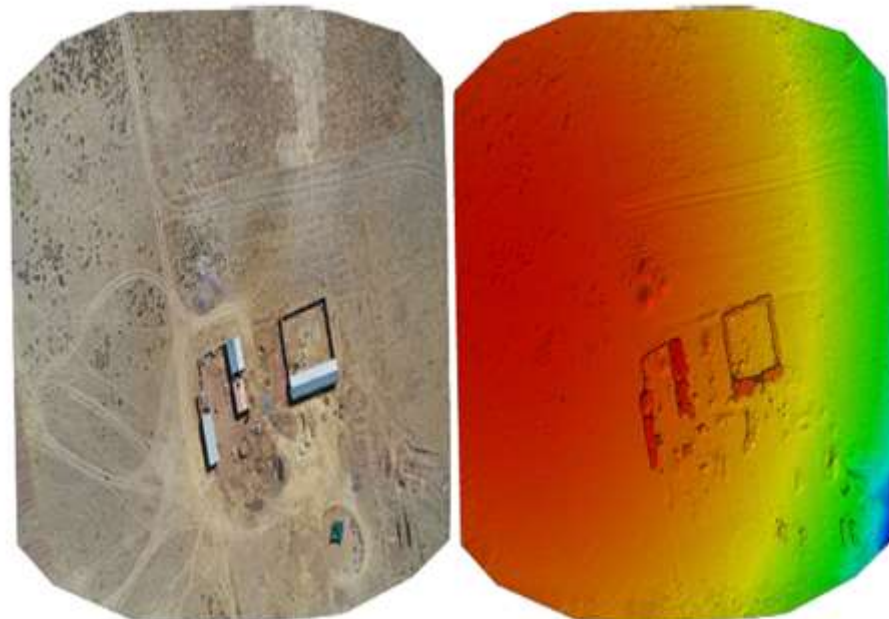


*Nota: Nube de puntos realizado en PIX4D Fuente: del autor*

#### 4.1.4. Crear Ortomosaico y exportarlo

**Figura 8.**

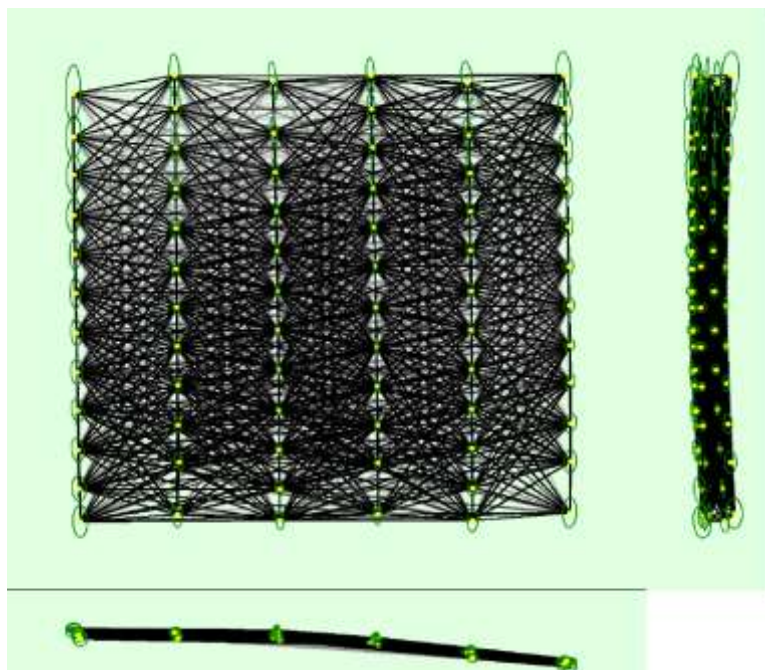
*Ortomosaico DSM*



*Nota: ortomosaico y el modelo de superficie digital*

**Figura 9.**

*key Point Matches*



*Nota: Realizado en el software PIX4D Key Point Fuente: del autor*

#### 4.1.5. Cálculo Volumen por Dron Mavic 3 Enterprise

**Tabla 5.**

*Volumen calculo obtenido Dron Mavic 3 Enterprise*

CUADRO DE VOLUMENES – Mavic 3 Enterprise							
Km	Area	Area	Vol	Vol	Vol	Vol	Volumen
	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Acumulado	Acumulado	
	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	Corte (m <sup>3</sup> )	Relleno (m <sup>3</sup> )	Neto (m <sup>3</sup> )
0+000.00	0	0	0	0	0	0	0
0+005.00	0	0	0	0	0	0	0
0+010.00	0	0	0	183.89	0	183.89	183.89
0+015.00	0	0	30.04	132.21	30.04	316.09	286.06
0+020.00	0	0	144.89	52.45	174.92	368.54	193.62



0+025.00	0	0	287.88	15.78	462.8	384.32	78.47
0+030.00	0	0	411.47	2.2	874.27	386.53	487.75
0+035.00	0	0	515.53	0.25	1389.8	386.78	1003.02
0+040.00	0	0	568.82	0.75	1958.62	387.53	1571.09
0+045.00	0	0	490.01	1.82	2448.64	389.36	2059.28
0+050.00	0	0	48	0	2496.63	389.36	2107.28

*Nota: Volumen calculo obtenido Dron Mavic 3 Enterprise Fuente: del autor*

#### 4.1.1. Diferencia de Datos de la estación Total y Dron Mavic 3

##### Enterprise

**Tabla 6.**

*Diferencia de Datos o Dron Mavic 3 Enterprise*

DATOS OBTENIDAS CON LA ESTACION TOTAL				DATOS OBTENIDAS CON DRON MAVIC 3		
NUM.	ESTE	NORTE	ELEVACION	ESTE	NORTE	ELEVACION
1	-15.55464225	-70.1437545	3908	-15.55464225	-70.1437545	3908
2	-15.55473711	70.14375522	3908	-15.55473711	-70.14375522	3908
3	-15.55480494	70.14375583	3907	-15.55480484	-70.14375573	3907
4	-15.554882	70.14375733	3907	-15.5548824	-70.14375623	3907
5	-15.55494972	70.14375769	3907	-15.55494962	-70.14375768	3907
6	-15.55502192	70.14375786	3907	-15.55502195	-70.14375786	3907
7	-15.55509583	-70.1437585	3906	-15.55509583	-70.1437584	3906
8	-15.55516969	70.14375769	3907	-15.55516969	-70.14375769	3907
9	-15.55524019	70.14375814	3907	-15.55524018	-70.14375814	3907
10	-15.55531406	70.14375872	3906	-15.55531406	-70.14375873	3906
11	-15.55538683	70.14375794	3906	-15.55538683	-70.14375794	3906
12	-15.55543925	70.14375706	3906	-15.55543924	-70.14375716	3906
13	-15.55542636	70.14359739	3908	-15.55542636	-70.14359739	3908



14	-15.55532236	70.14359294	3908	-15.55532236	-70.14359294	3908
15	-15.55525469	70.14359411	3908	-15.55525468	-70.14359411	3908
16	-15.55518231	70.14359358	3908	-15.55518231	-70.14359358	3908
17	-15.55510808	70.14359292	3908	-15.55510808	-70.14359293	3908
18	-15.55503403	70.14359267	3908	-15.55503403	-70.14359267	3908
19	-15.55496453	70.14359325	3908	-15.55496451	-70.14359324	3908
20	-15.55489153	70.14359306	3908	-15.55489153	-70.14359306	3908
21	-15.55481775	70.14359308	3909	-15.55481775	-70.14359308	3909
22	-15.55474492	70.14359311	3909	-15.55474492	-70.14359311	3909
23	-15.55467144	70.14359289	3909	-15.55467134	-70.14359287	3909
24	-15.55462247	70.14359344	3909	-15.55462247	-70.14359344	3909
25	-15.55463433	-70.14343	3908	-15.55463433	-70.14343	3908
26	-15.55473322	70.14342992	3908	-15.5547312	-70.14342992	3908
27	-15.55480825	70.14342961	3908	-15.55480825	-70.14342962	3908
28	-15.55488106	70.14342956	3908	-15.55488106	-70.14342956	3908
29	-15.55495097	70.14342975	3907	-15.55495097	-70.14342975	3907
30	-15.55502422	70.14342939	3907	-15.55502312	-70.14342939	3907
31	-15.55509761	70.14342922	3907	-15.55509761	-70.14342933	3907
32	-15.55516772	-70.1434295	3907	-15.55516772	-70.1434295	3907
33	-15.55524467	70.14342939	3906	-15.55524467	-70.14342939	3906
34	-15.55531467	70.14342933	3906	-15.55531467	-70.14342933	3906
35	-15.55538831	70.14342956	3906	-15.55538831	-70.14342956	3906
36	-15.55543767	70.14343003	3906	-15.55543767	-70.14343003	3906
37	-15.55542467	70.14326747	3906	-15.55542467	-70.14326747	3906



38	-	-	-	3905	-15.55532619	-70.14326589	3905
39	-15.55525481	70.14326542	-	3905	-15.55525481	-70.14326542	3905
40	-15.55518183	70.14326528	-	3905	-15.55518183	-70.14326528	3905
41	-15.55510878	70.14326486	-	3905	-15.55510878	-70.14326486	3905
42	-15.55503867	70.14326453	-	3905	-15.55503857	-70.14326453	3905
43	-15.55496156	70.14326456	-	3904	-15.55496156	-70.14326454	3904
44	-15.55489206	70.14326467	-	3904	-15.55489206	-70.14326467	3904
45	-15.5548185	70.14326447	-	3904	-15.5548185	-70.14326447	3904
46	-15.55474503	70.14326431	-	3904	-15.55474502	-70.1432643	3904
47	-15.55467508	70.14326464	-	3904	-15.55467508	-70.14326464	3904
48	-15.55462119	70.14326472	-	3904	-15.55462119	-70.14326472	3904
49	-15.55463389	70.14310269	-	3903	-15.55463389	-70.14310269	3903
50	-15.55473519	70.14310181	-	3903	-15.55473519	-70.14310181	3903
51	-15.55480656	70.14310122	-	3903	-15.55480656	-70.14310122	3903
52	-15.55487958	70.14310106	-	3903	-15.55487958	-70.14310106	3903
53	-15.55494997	70.14310153	-	3902	-15.55494997	-70.14310153	3902
54	-15.55502642	70.14310097	-	3902	-15.55502642	-70.14310097	3902
55	-15.55509614	70.14310106	-	3902	-15.55509613	-70.14310104	3902
56	-15.55517011	-70.143101	-	3902	-15.55517011	-70.143101	3902
57	-15.55523994	70.14310131	-	3902	-15.55523993	-70.1431013	3902
58	-15.55531736	70.14310094	-	3902	-15.55531736	-70.14310094	3902
59	-15.55538706	70.14310128	-	3902	-15.55538704	-70.14310123	3902
60	-15.55543808	70.14310144	-	3902	-15.55543808	-70.14310144	3902



61	-15.55542356	70.14293975	3902	-15.55542356	-70.14293975	3902
62	-15.55532475	70.14293808	3902	-15.55532474	-70.14293807	3902
63	-15.55525317	70.14293681	3902	-15.55525317	-70.14293681	3902
64	-15.55517664	70.14293714	3902	-15.55517664	-70.14293714	3902
65	-15.55511097	70.14293692	3902	-15.55511096	-70.14293691	3902
66	-15.55503356	70.14293639	3902	-15.55503356	-70.14293639	3902
67	-15.55496386	70.14293619	3902	-15.55496385	-70.14293619	3902
68	-15.55489078	70.14293592	3901	-15.55489078	-70.14293592	3901
69	-15.55481733	70.14293578	3901	-15.55481733	-70.14293578	3901
70	-15.55474711	70.14293575	3901	-15.55474611	-70.14293574	3901
71	-15.55467033	70.14293603	3901	-15.55467032	-70.14293602	3901
72	-15.55462186	70.14293633	3902	-15.55462185	-70.14293632	3902

Nota: Diferencia de Datos o Dron Mavic 3 Enterprise Fuente: del autor

#### 4.1.1. Diferencia de Coordenadas N y E, elevación Datos de la estación

##### Total y Dron Mavic 3 Enterprise

Tabla 7.

Error Obtenido entre estación total y dron

ERROR OBTENIDO ENTRE ESTACION TOTAL Y DRON MAVIC 3 ENTERPRISE			
NUM.	ERROR ESTE	ERROR NORTE	ERROR ELEVACION
1	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000
3	-0.019	-0.061	-0.019
4	-0.027	-0.040	0.009
5	-0.007	-0.055	0.001
6	0.001	-0.0260	-0.004



7	-0.006	-0.025	-0.004
8	-0.017	-0.015	0.013
9	-0.007	-0.019	-0.005
10	0.002	-0.014	0.000
11	0.020	-0.009	-0.010
12	0.000	0.000	0.000
13	0.009	-0.034	-0.025
14	0.000	0.000	0.000
15	0.021	-0.003	-0.068
16	-0.009	-0.040	0.028
17	-0.002	-0.067	-0.011
18	-0.017	-0.034	-0.064
19	-0.013	-0.007	-0.035
20	-0.017	-0.006	-0.035
21	-0.005	0.005	-0.036
22	-0.009	-0.062	0.036
23	0.055	-0.061	0.025
24	0.007	-0.038	0.037
25	0.000	0.000	0.000
26	-0.017	-0.034	-0.064
27	-0.013	-0.007	-0.035
28	-0.017	-0.006	-0.035
29	-0.005	0.005	-0.036
30	0.009	-0.034	-0.025
31	0.000	0.000	0.000

*Nota: Error Obtenido entre estación total y dron Fuente: del autor*

### 4.1.2. Contrastación Hipótesis de la variable Volumen Prueba T Student

Se analiza la calidad de la variable volumen tanto del dron mavic 3 enterprise con la estación total.

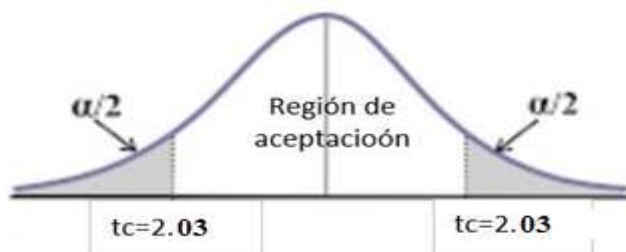
A= Volumen de la Estación total Topcon

B= Volumen con el dron Mavic 3 Enterprise

**Tabla 8.**

*Prueba t Student*

	<i>Volumen (m3)A</i>	<i>Volumen (m3)B</i>
Media	2470.9	2908.6
Varianza	1389553.3	1412762.6
Observaciones		
Varianza agrupada	1545563.57	
Diferencia hipotética de las medias		
Grados de libertad	1	
Estadístico t	-0.04429229	
P(T<=t) una cola	0.47129616	
Valor crítico de t (una cola)	1.65231013	
P(T<=t) dos colas	0.97456232	
Valor crítico de t (dos colas)	2.03578668	



*Nota: Prueba t Student muestra un valor de 0.044292299 con tc 2.03*

Donde se puede establecer que la t Estadístico tiene un valor de -0.044292299 implica que está en la zona de aceptación.



El resultado de la Prueba "t" Student, cumplen la hipótesis nula  $H_0: \mu_1 = \mu_2$ , Esto significa que no hay cambios importantes en las cantidades de muestra y se consideran iguales o parecidas.- Además, los datos recopilados con un dron para el levantamiento topográfico eran ligeramente mayores que los obtenidos con una estación total, con diferencias que oscilaban entre el 0.42% y el 1.28%.

#### 4.1.3. Análisis de la variable Costo

Se estudió cuánto cuesta calcular los tamaños medidos en un estudio de terreno con un dron en comparación con uno hecho con una estación total. La variable de costo abarca los elementos esenciales, como el personal y los equipos requeridos para las labores en el campo y en la oficina. Las muestras se dividieron en dos grupos.

A: Costo para el proceso con estación total.

B: Costo para el proceso con dron.

El costo necesario para el proceso con estación total fue de 2,823.23 soles, mientras que para el proceso con dron fue de 1,130.00 soles.

Del análisis realizado, se puede concluir que el costo para calcular el volumen obtenido de un levantamiento topográfico con un dron DJI Mavic Enterprise 4 Pro fue mucho menor (62.18%) que el costo de un levantamiento topográfico con una estación total Trimble.



## CONCLUSIONES

**PRIMERO:** Los estudios de terreno hechos con un dron DJI Mavic Enterprise para medir la cantidad de volumen son prácticamente iguales a los resultados obtenidos con una estación total Trimble. El valor estadístico  $t$  es  $-0.044292299$  en la prueba " $t$ " de Student y se encuentra en la zona aceptable para un margen de error del 5%. Esto confirma la hipótesis nula:  $H_0: u_1 = u_2$ , lo que significa que los dos volúmenes son iguales o parecidos. Además, las diferencias entre los volúmenes medidos con Drone y Estación Total son muy pequeñas, oscilando entre el 0.42% y el 1.28%.

**SEGUNDO:** El usar un Drone mavic 3 Enterprise para calcular volúmenes de a en un estudio topográfico resultó ser mucho más económico que hacerlo con una estación total Trimble 5603-. El proceso con el dron costó 1,050.00 soles, mientras que con la estación total costó 2,823.23 soles. Esto significó que el método con el dron fue 1,130.33 soles más barato, lo que representó una reducción del 62.18% en comparación con la estación total.

**TERCERO:** En cuanto a la calidad de la imagen, se concluye que este aspecto es crucial en trabajos de este tipo. Por lo tanto, es necesario utilizar una cámara semi profesional. Aunque estas cámaras no ofrecen la mejor calidad de imagen, sí almacenan suficiente información para generar nubes de puntos.



## RECOMENDACIONES

**PRIMERO:** Verificar las tomas de datos y revisar las condiciones climáticas como la velocidad del viento y el plan de vuelo.

**SEGUNDO:** Realizar estudios de validación con drones industriales de preferencia que tenga la cámara zemuze Z2.

**TERCERO:** Llevar a cabo un plan adecuado para la recolección de datos es esencial, ya que verificar las condiciones climáticas como la velocidad del viento de la zona de estudio nos permite capturar imágenes de calidad, fundamentales para cualquier proceso fotogramétrico.



## BIBLIOGRAFÍA

- Alberto Soler, J. (2017). Curso: Topografía con drones.
- Brondi Rueda, F. (2019). Diplomado en geomática, modulo VI: Procesamiento digital de imágenes de aeronaves pilotadas remotamente. Lima, Perú. Centro de altos estudios nacionales (CAEN), instituto geográfico nacional (IGN).
- Brunner, P. (2019). Sustainable construction and the role of photogrammetry. *Journal of Construction Engineering*, 25(1), 1-8.
- Centro de Geociencias Aplicadas. (2011). Cátedra Fotointerpretación: Apuntes de teoría, Principios de Fotogrametría. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Disponible en <https://www.unne.edu.ar/index.php?lang=es>
- Corredor Daza, J. (2015). Implementación de modelos de elevación obtenidos mediante topografía convencional y topografía con drones para el diseño geométrico de una vía en rehabilitación sector Tulua – Rio Frio. Tesis de licenciatura en la Universidad Militar Nueva Granada de Bogotá, Colombia
- Claros Zelaya, R., Guevara Aguilar, A., & Pacas Cruz, N. (Agosto de 2016). Tesis: "Aplicación de fotogrametría aérea en levantamientos topográficos mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados". San Miguel, El Salvador: Universidad de El Salvador
- Cuerno Rejado, C., García Hernandez, L., Sánchez Carmona, A., Carrio, A., Sánchez Lopez, J., & Campony, P. (Mayo-Junio de 2016). Evolución histórica de los vehículos aéreos no tripulados hasta la actualidad. *Dyna*, 91(3), 7.
- Dávila Martínez, F. J., & Camacho Arranz, E. (4-5 de Octubre de 2012). Georreferenciación de documentos cartográficos para la gestión de Archivos y Cartotecas "Propuesta Metodológica". *IBERCARTO*, 9.



- Fernández Coppel, I. (s.f.). Localizaciones Geográficas. EL DATUM. España: Universidad de Valladolid.
- Gesche Schuler, Roberto. (2019). TESIS INGENIERIA CIVIL - Repositorio Digital UIDE. FOTOGRAMETRÍA.
- Muñoz, J. M. (2019). Propuesta metodológica para la medición de volúmenes en obras civiles mediante el uso de fotogrametría. Repositorio UChile.
- Smith, J. (2019). Fundamentos de Fotogrametría: Teoría y Aplicaciones. Editorial Técnica.
- García, M. & López, P. (2020). Impacto de la calidad de las imágenes en la precisión de la fotogrametría aérea. Revista de Geomática Aplicada, 15(2), 45-60.
- PIX4D. (25 de Abril de 2019). Mapeo aereo de precision. Obtenido de <https://www.pix4d.com/es/blog/mapeo-aereo-de-precision>
- Quirós Rosado, E. (2014). Introducción a la Fotogrametría y Cartografía aplicadas a la Ingeniería Civil (1ra. ed.). Cáceres, Mérida, España: Universidad Extremadura UEX.
- Johnson, A. et al. (2018). Evaluación de la precisión de cálculos de volúmenes por fotogrametría terrestre en proyectos de construcción. Journal of Civil Engineering Research, 25(4), 321-335.
- De Blas, M. R., Agüera-Pérez, J., & Hernández-Escalante, A. (2016). Photogrammetric reconstruction and 3D analysis of cultural heritage buildings: A review. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 115, 133-147. <https://www.mdpi.com/1244088>
- Remondino, F., & Raga, G. (2016). Low-cost aerial surveys for volumetric measurements: Accuracy and limitations. Journal of Unmanned Vehicle Systems, 4(1), 43-55.



Iaros Zelaya, R. A., Guevara Aguilar, A. E., & Pacas Cruz, N. R. (2016). Aplicación de fotogrametría aérea en levantamientos topográficos mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados. San Miguel: Universidad de El Salvador.

**ANEXOS**

**Apéndice.- Matriz de consistencia**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSION DE ANALISIS	INDICADORES	INDICE	METODOS
<p><b>PREGUNTA GENERAL</b></p> <p>¿Evaluar el impacto de la calidad de las imágenes en la exactitud del cálculo de volúmenes mediante fotogrametría?</p> <p><b>PREGUNTAS ESPECÍFICAS</b></p> <p>¿Cuales son los parámetros clave de</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Evaluar el impacto de la calidad de las imágenes en la exactitud del cálculo de volúmenes mediante fotogrametría.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>Identificar los parámetros clave de</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL</b></p> <p>No hay una relación significativa entre la calidad de las imágenes utilizadas en fotogrametría y la precisión del cálculo de volúmenes</p> <p><b>HIPOTESIS ESPECÍFICOS</b></p> <p>Existe una relación significativa entre los</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <p>Calidad de imágenes</p>	Resolución	Cantidad de pixeles por imagen	Resolución promedio (MP)	Análisis de imágenes digitales
				Ruido	Nivel de ruido	Índice de ruido	Software de procesamiento o PIX4D
			<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p>	Precisión en el calculo de volúmenes	Diferencia volumen calculado y volumen real	Margen de error	Comparación de medición



<p>calidad de las imágenes en el contexto de la fotogrametría?</p> <p>¿Cuáles los resultados de distintos conjuntos de imágenes para identificar características compartidas y relaciones significativas</p>	<p>calidad de las imágenes en el contexto de la fotogrametría.</p> <p>Evaluar los resultados de distintos conjuntos de imágenes para identificar características compartidas y relaciones significativas</p>	<p>parámetros técnicos de las imágenes capturadas y la calidad de los resultados obtenidos mediante técnicas fotogramétricas.</p> <p>No hay una relación significativa entre el conjunto de imágenes y sus relaciones significativas.</p>	<p>Calculo del volumen obtenido</p>				
				<p>Tiempo de Procesamiento</p>	<p>Tiempo</p>	<p>Tiempo costo</p>	<p>Software de fotogrametría</p>

## Quality Report

Generated with Pix4Ddiscovery version 4.5.6

**Important:** Click on the different icons for:

- Help to analyze the results in the Quality Report
- Additional information about the sections

Click [here](#) for additional tips to analyze the Quality Report

### Summary

Project	Marycaceres
Processed	2024-07-02 15:40:27
Camera Model Name(s)	L1D-20c_10.3_5472x3648 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	1.16 cm / 0.46 in
Area Covered	0.001 km <sup>2</sup> / 0.6508 ha / 0.01 sq. mi. /
Time for Initial Processing (without report)	39m:36s

### Quality Check

Images	median of 70422 keypoints per image	✓
Dataset	72 out of 72 images calibrated (100%), all images enabled	✓
Camera Optimization	10.61% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	⚠
Matching	median of 37600 matches per calibrated image	✓
Georeferencing	yes, no 3D GCP	⚠

### Preview

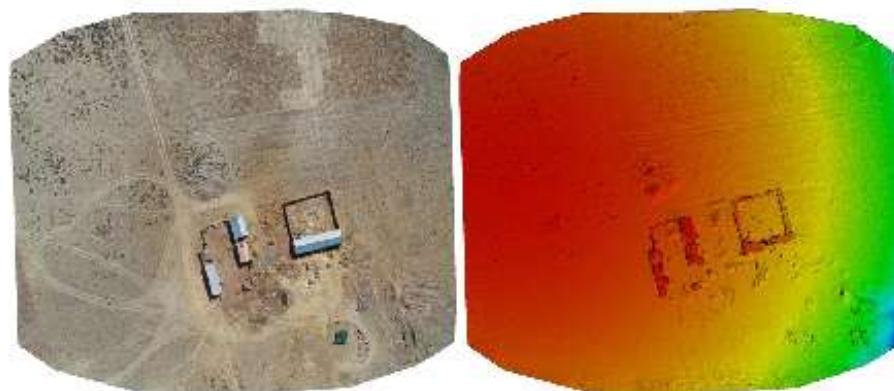


Figure 1: Orthomosaic and the corresponding sparse Digital Surface Model (DSM) before densification.

### Calibration Details

Number of Calibrated Images	72 out of 72
-----------------------------	--------------

*Nota: Calibración de las imágenes que a den capturar, se calibraron 72 imágenes. Ortomosaico y el modelo de superficie digital.*

Number of Geolocated Images 72 out of 72

### Initial Image Positions

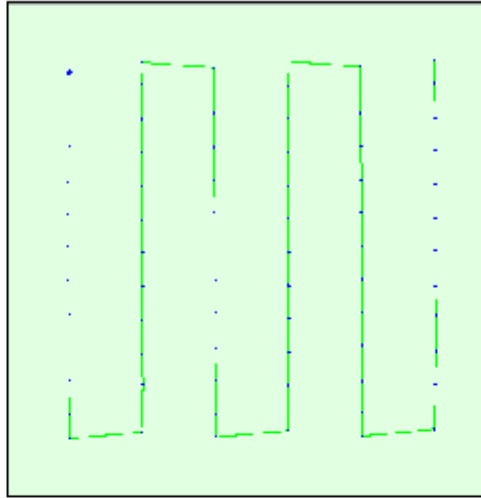


Figure 2: Top view of the initial image position. The green line follows the position of the images in time starting from the large blue dot.

### Computed Image/GCPs/Manual Tie Points Positions

*Nota: Vista superior de la posición de la imagen, al momento de la instalación, la cual captura los puntos que utilizaremos.*

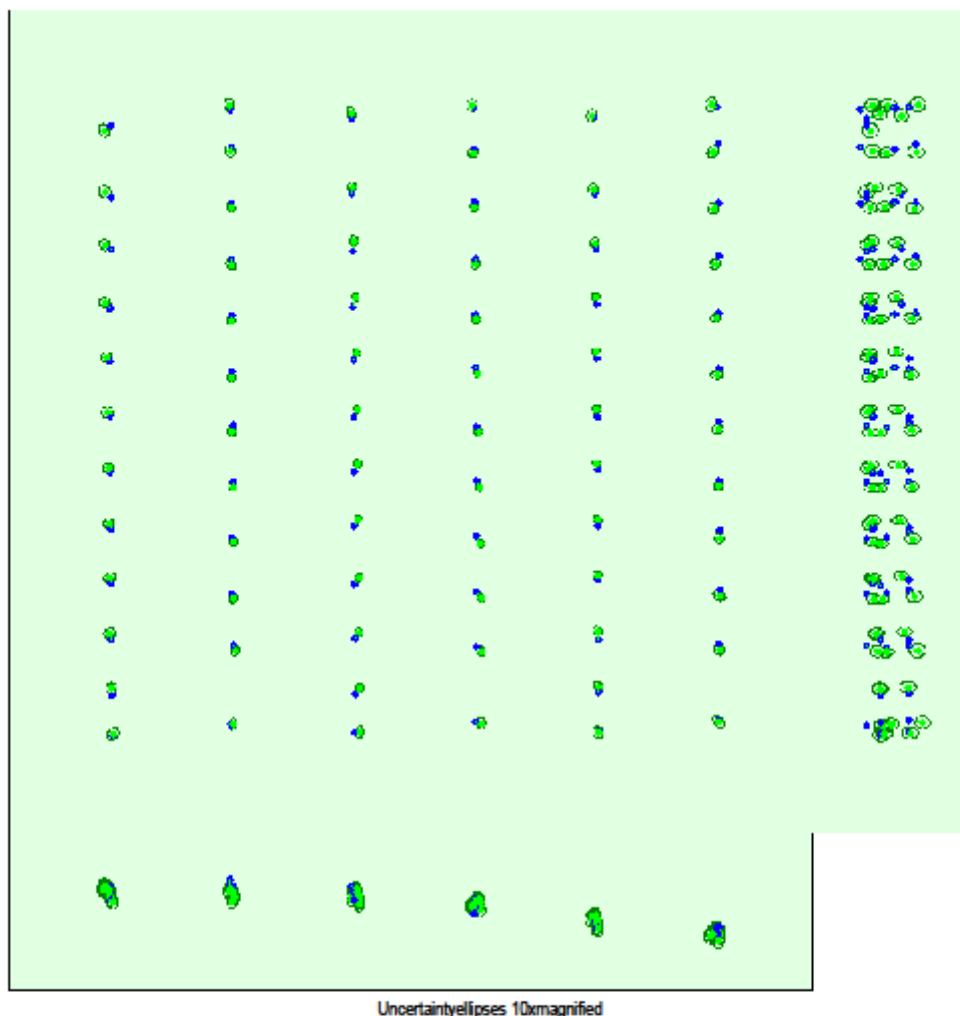


Figure 3: Offset between initial (blue dots) and computed (green dots) image positions as well as the offset between the GCPs initial positions (blue crosses) and their computed positions (green crosses) in the top-view (XY plane), front-view (XZ plane), and side-view (YZ plane). Dark green ellipses indicate the absolute position uncertainty of the bundle block adjustment result.

**Absolute camera position and orientation uncertainties**

	X[m]	Y[m]	Z[m]	Omega [degree]	Phi [degree]	Kappa [degree]	Camera Displacement X[m]	Camera Displacement Y[m]	Camera Displacement Z[m]
Mean	0.071	0.075	0.111	0.054	0.040	0.053	0.005	0.006	0.015
Sigma	0.010	0.012	0.002	0.011	0.005	0.001	0.001	0.001	0.005

**Overlap**

*Nota: Desplazamiento entre las posiciones de imagen inicial (puntos azules) y calculada (puntos verdes).*

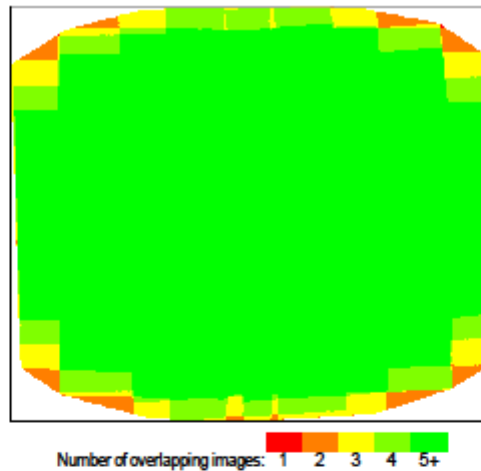


Figure 4: Number of overlapping images computed for each pixel of the orthomosaic. Red and yellow areas indicate low overlap for which poor results may be generated. Green areas indicate an overlap of over 6 images for every pixel. Good quality results will be generated as long as the number of keypoint matches is also sufficient for these areas (see Figure 5 for keypoint matches).

## Bundle Block Adjustment Details

Number of 2D Keypoint Observations for Bundle Block Adjustment	2657075
Number of 3D Points for Bundle Block Adjustment	785870
Mean Reprojection Error [pixels]	0.156

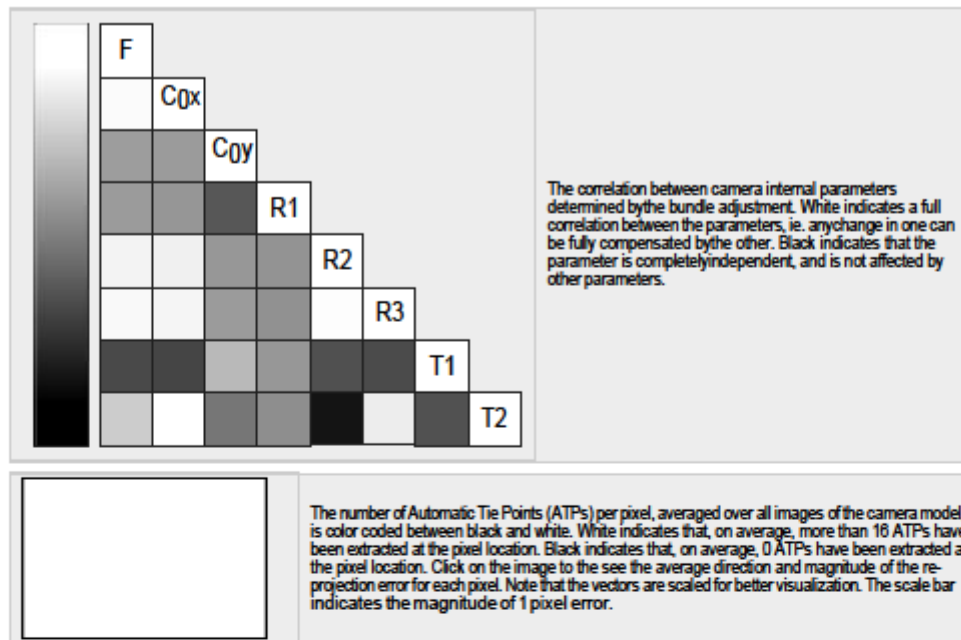
### Internal Camera Parameters

L1D-20c\_10.3\_5472x3648 (RGB). Sensor Dimensions: 12.825 [mm] x 8.550 [mm]

EXIF ID: L1D-20c\_10.3\_5472x3648

	Focal Length	Principal Pointx	Principal Pointy	R1	R2	R3	T1	T2
Initial Values	4470.830 [pixel] 10.479 [mm]	2736.000 [pixel] 6.412 [mm]	1824.000 [pixel] 4.275 [mm]	0.009	0.040	-0.050	-0.003	0.002
Optimized Values	3896.094 [pixel] 9.386 [mm]	2786.645 [pixel] 6.484 [mm]	1799.178 [pixel] 4.217 [mm]	0.022	0.025	-0.024	-0.000	0.001
Uncertainties (Sigma)	29.299 [pixel] 0.069 [mm]	1.359 [pixel] 0.003 [mm]	1.824 [pixel] 0.004 [mm]	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000

*Nota: Número de imágenes superpuestas calculadas para cada pixel del ortofotograma. Los rayos rojos y amarillos indican una superposición baja para la cual se pueden generar malos resultados. Los rayos verdes indican superposición de más de 6 imágenes para cada pixel. Se generarán imágenes de buena calidad siempre que el número de pixeles de puntos clave sea coherente con estas áreas.*



### 2D Keypoints Table

	Number of 2D Keypoints per Image	Number of Matched 2D Keypoints per Image
Median	70422	37600
Min	63092	17337
Max	78920	44211
Mean	70786	36904

### 3D Points from 2D Keypoint Matches

	Number of 3D Points Observed
In 2 Images	414764
In 3 Images	150455
In 4 Images	75750
In 5 Images	42772
In 6 Images	25808
In 7 Images	16309
In 8 Images	12593
In 9 Images	9250
In 10 Images	7087
In 11 Images	5257
In 12 Images	4250
In 13 Images	2630
In 14 Images	2262
In 15 Images	1987
In 16 Images	1500
In 17 Images	1088
In 18 Images	921
In 19 Images	681
In 20 Images	602
In 21 Images	362
In 22 Images	252
In 23 Images	202

Nota: Tabla de puntos capturados en 2D y 3D.

In 24 Images 88

### 2D Keypoint Matches

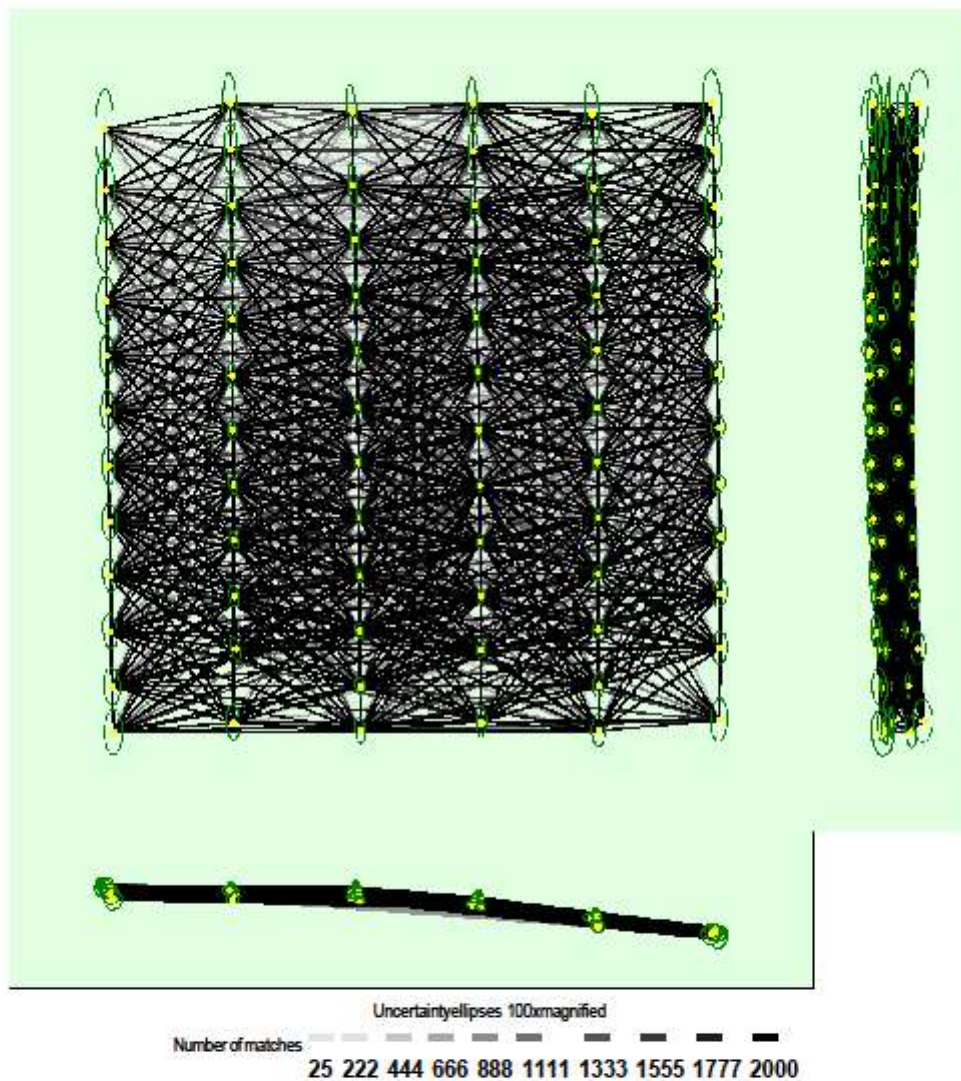


Figure 6: Computed image positions with links between matched images. The darkness of the links indicates the number of matched 2D keypoints between the images. Bright links indicate weak links and require manual tie points or more images. Dark green ellipses indicate the relative camera position uncertainty of the bundle block adjustment result.

### Relative camera position and orientation uncertainties

	X[m]	Y[m]	Z[m]	Omega [degree]	Phi [degree]	Kappa [degree]	Camera Displacement X[m]	Camera Displacement Y[m]	Camera Displacement Z[m]
Mean	0.008	0.023	0.006	0.037	0.022	0.010	0.004	0.005	0.012
Sigma	0.003	0.011	0.003	0.016	0.009	0.002	0.001	0.001	0.005

Nota: Elipses de incertidumbres magnificadas 100 veces.

## Geolocation Details

### Absolute Geolocation Variance

Min Error [m]	Max Error [m]	Geolocation Error X[%]	Geolocation Error Y[%]	Geolocation Error Z[%]
-	-15.00	0.00	0.00	0.00
-15.00	-12.00	0.00	0.00	0.00
-12.00	-9.00	0.00	0.00	0.00
-9.00	-6.00	0.00	0.00	0.00
-6.00	-3.00	0.00	0.00	0.00
-3.00	0.00	41.67	50.00	54.17
0.00	3.00	58.33	50.00	45.83
3.00	6.00	0.00	0.00	0.00
6.00	9.00	0.00	0.00	0.00
9.00	12.00	0.00	0.00	0.00
12.00	15.00	0.00	0.00	0.00
15.00	-	0.00	0.00	0.00
<b>Mean [m]</b>		0.000000	-0.000000	0.000000
<b>Sigma [m]</b>		0.408068	0.841871	1.054073
<b>RMS Error [m]</b>		0.408068	0.841871	1.054073

Min Error and Max Error represent geolocation error intervals between -1.5 and 1.5 times the maximum accuracy of all the images. Columns X, Y, Z show the percentage of images with geolocation errors within the predefined error intervals. The geolocation error is the difference between the initial and computed image positions. Note that the image geolocation errors do not correspond to the accuracy of the observed 3D points.

### Relative Geolocation Variance

Relative Geolocation Error	Images X[%]	Images Y[%]	Images Z[%]
[-1.00, 1.00]	100.00	100.00	100.00
[-2.00, 2.00]	100.00	100.00	100.00
[-3.00, 3.00]	100.00	100.00	100.00
<b>Mean of Geolocation Accuracy [m]</b>	5.000000	5.000000	10.000000
<b>Sigma of Geolocation Accuracy [m]</b>	0.000000	0.000000	0.000000

Images X, Y, Z represent the percentage of images with a relative geolocation error in X, Y, Z.

Geolocation Orientational Variance	RMS [degree]
Omega	3.060
Phi	5.424
Kappa	8.094

Geolocation RMS error of the orientation angles given by the difference between the initial and computed image orientation angles.

### Rolling Shutter Statistics

*Nota: Detalles de geolocalización.*

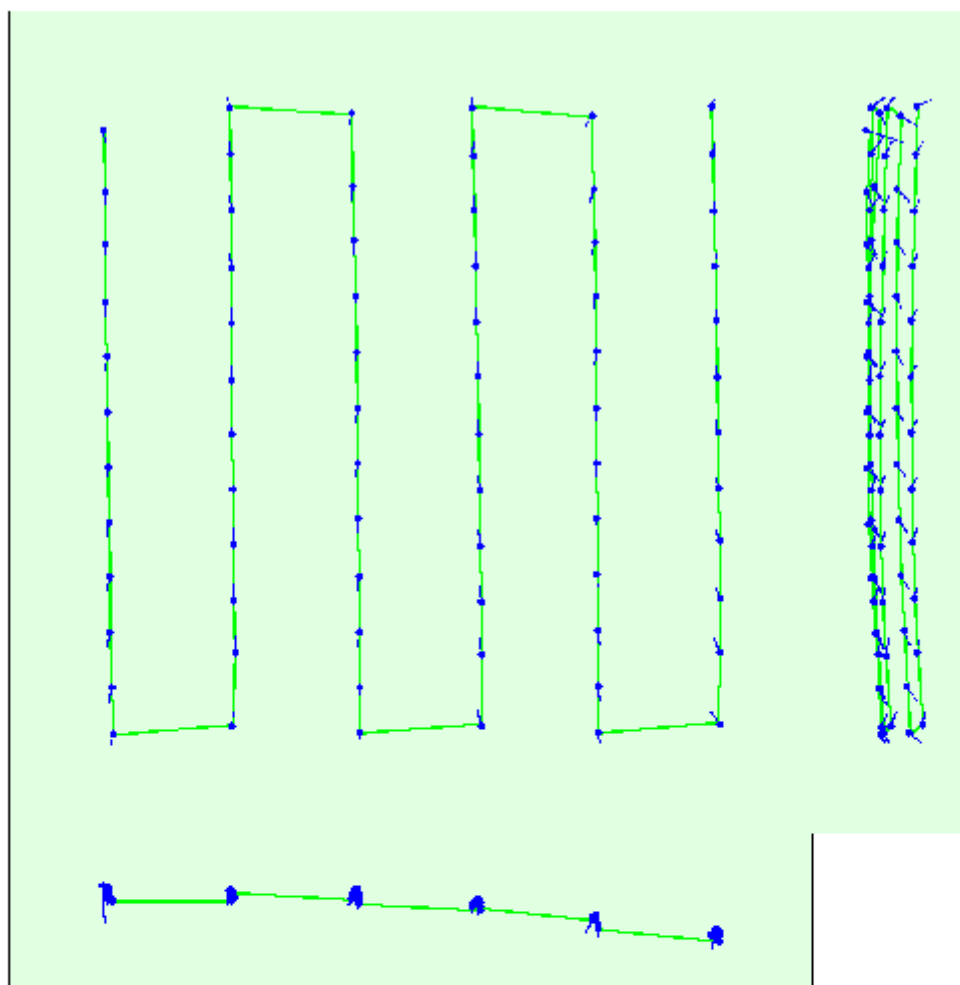


Figure 8: Camera movement estimated by the rolling shutter camera model. The green line follows the computed image positions. The blue dots represent the camera position at the start of the exposure. The blue lines represent the camera motion during the rolling shutter readout, re-scaled by a project dependant scaling factor for better visibility.

Median Camera Speed	3.9975 [m/s]
Median Camera Displacement During Sensor Readout)	0.562 [m]
Median Rolling Shutter Readout Time	142.7946 [ms]

## Initial Processing Details

### System Information

Hardware	CPU: Intel(R) Core(TM) i7-12700 CPU @ 3.40GHz RAM: 16GB GPU: Intel(R) HD Graphics 530 (Driver: 27.20.100.9416)
Operating System	Windows 10 Pro, 64-bit

### Coordinate Systems

Image Coordinate System	WGS 84 (EGM06 Geoid)
-------------------------	----------------------

*Nota: Detalles del procesamiento.*



Output Coordinate System	WGS 84 / UTMzone 18S (EGM98 Geoid)
--------------------------	------------------------------------

### Processing Options



Detected Template	3D Maps
Keypoints Image Scale	Full, Image Scale: 1
Advanced: Matching Image Pairs	Aerial Grid or Corridor
Advanced: Matching Strategy	Use Geometrically Verified Matching: no
Advanced: Keypoint Extraction	Targeted Number of Keypoints: Automatic
Advanced: Calibration	Calibration Method: Standard Internal Parameters Optimization: All External Parameters Optimization: All Rematch: Auto, yes

*Nota: Detalles del procesamiento.*



---

**ANEXOS**



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS  
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN  
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 16/10/2024

I. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: Julia Maribel Mamani Caceres  
 Dirección: Av. Micaela Bastidas N°520  
 DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73750727  
 Teléfono: 921900122 email: maribel44julia@gmail.com  
 Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_  
 DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_  
 Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_  
 Facultad y/o Escuela de Posgrado: Ingenierías y Ciencias Puras  
 Escuela Profesional o Mención: Ingeniería Civil  
 Título o Grado Académico a optar: Ingeniero Civil  
 Asesor: Milthon Quispe Huanca

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: Evaluación del impacto de la calidad de las imágenes en el cálculo de volúmenes por fotogrametría

Palabras claves, (3 a 5 términos): Photogrammetry, Drone, Volumes, Total station

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup>?

1,2

<sup>1</sup> Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

<sup>2</sup> Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller  Título  2da Especialidad  Maestría  Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.  
 Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): \_\_\_\_\_  
 No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

Sí autorizo  
 No autorizo



**Jurisdicción de su Licencia**

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: Tecnología de la construcción P-17

  
Firma de Autor



huella digital

16/10/2024  
Fecha