



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



## **TESIS**

---

Análisis comparativo del levantamiento topográfico en cuanto al costo, tiempo y precisión con RPAS y estación total en la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco - 2023

---

Línea de investigación: Desarrollo y uso de software en ingeniería Civil

Presentado por:

Bach. Hector Tomasino Castillo Arce  
(0009-0005-6864-1925)

Bach. Gregory Jordi Jauregui Hurtado  
(0009-0001-2942-8735)

Para Optar al Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesor:

Mgt. Ing. Walter Roberto Álvarez Monterola  
(0009-0006-2968-4823)

Cusco – Perú

2024



### Metadatos

Datos del autor 1	
Nombres y apellidos	Hector Tomasino Castillo Arce
Número de documento de identidad	73816125
URL de Orcid	<a href="https://orcid.org/0009-0005-6864-1925">https://orcid.org/0009-0005-6864-1925</a>
Datos del autor 2	
Nombres y apellidos	Gregory Jordi Jauregui Hurtado
Número de documento de identidad	76287172
URL de Orcid	<a href="https://orcid.org/0009-0001-2942-8735">https://orcid.org/0009-0001-2942-8735</a>
Datos del asesor	
Nombres y apellidos	Walter Roberto Álvarez Monterola
Número de documento de identidad	24660325
URL de Orcid	<a href="https://orcid.org/0009-0006-2968-4823">https://orcid.org/0009-0006-2968-4823</a>
Datos de los Dictaminantes	
Presidente del Jurado	
Nombres y apellidos	Yadira Matamoros Huaman
Número de documento de identidad	41153481
Secretario de Actas	
Nombres y apellidos	Julio Benjamin Deza Cavero
Número de documento de identidad	23918608
Dictaminante	
Nombres y apellidos	Enrique Nuñez del Prado Coll
Número de documento de identidad	23904327
Datos de la investigación	
Línea de investigación de la Escuela Profesional	Desarrollo y uso de software en ingeniería Civil



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: HECTOR TOMASINO CASTILLO ARCE  
Título del ejercicio: Tesis  
Título de la entrega: CASTILLO\_JAUREGUI  
Nombre del archivo: TESIS\_CASTILLO\_-\_JAUREGUI.docx  
Tamaño del archivo: 91.39M  
Total páginas: 211  
Total de palabras: 30,140  
Total de caracteres: 181,722  
Fecha de entrega: 21-jun.-2024 11:10a. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entre... 2406330504



Derechos de autor 2024 Turnitin. Todos los derechos reservados.



# CASTILLO\_JAUREGUI

*por* HECTOR TOMASINO CASTILLO ARCE

---

Fecha de entrega: 21-jun-2024 11:10a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2406330504

Nombre del archivo: TESIS\_CASTILLO\_-\_JAUREGUI.docx (91.39M)

Total de palabras: 30140

Total de caracteres: 181722



## CASTILLO\_JAUREGUI

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>15%</b>	<b>15%</b>	<b>1%</b>	<b>0%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>6%</b>
<b>2</b>	<b>ingenium.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.uandina.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>vsip.info</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.unap.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>www.pix4d.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>ri.ues.edu.sv</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>prizmadrones.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>dokumen.pub</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

*[Handwritten signature]*



## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme lograr todas las metas que me tracé desde que comencé mi vida universitaria y seguir adelante para continuar mi vida profesional. Me faltan palabras para agradecer a todas las personas que estuvieron durante este proceso de formación profesional y la realización de este trabajo, por lo que, este reconocimiento se lo merecen mi padre, su esposa y mi madre que gracias a su esfuerzo y dedicación me apoyaron para culminar mi carrera universitaria, que me enseñaron a no rendirme cuando estaba a punto de decaer. De la misma manera a mis hermanos que siempre estuvieron para darme esas palabras de aliento para seguir adelante.

Al Ing. Walter Roberto Alvares Monterola quien desde cachimbos nos enseñó a ser responsables y comprometidos en todo nuestro proceso universitario, y ahora como nuestro Asesor que nos guio y apoyo para la elaboración de este trabajo de investigación con toda la paciencia y jovialidad que siempre tuvo.

A mi compañero Gregory que me acompañó en este proceso y también en muchas aventuras durante el trabajo.

### **HECTOR TOMASINO CASTILLO ARCE**

Primeramente, agradecer a dios por brindarme la vida y hacer que esta investigación sea posible ya que todo está en sus manos, también a todas las personas que están involucrados en esta tesis.

A mis padres, gracias a ellos llegué donde estoy, por todos los valores que me inculcaron y me enseñaron a ser una mejor persona.

Agradecimientos a la Universidad Andina Del Cusco por darme la oportunidad de estudiar y culminar satisfactoriamente mi profesión en la mejor Escuela Profesional de Ingeniería Civil, siendo mi casa de estudios que siempre llevare con orgullo en mi corazón,

A nuestro asesor Ing. Walter Roberto Álvarez Monterola quien siempre estuvo guiándonos y apoyándonos en todo el proceso de la investigación, con mucha paciencia, siempre alegre.

A mi compañero Hector, por tu esfuerzo y dedicación constante, que siempre estuviste allí como un hermano mayor guiando, sé que trabajaste muy duro en esta investigación y tu familia está muy orgullosa de ti.

### **GREGORY JORDI JAUREGUI HURTADO**



## DEDICATORIA

*Agradecer a **Dios**, por permitirme llegar hasta el lugar donde me encuentro y poderme brindar salud para cumplir todas mis metas y guiarme por el camino del bien.*

### **A MI PADRE Y ESPOSA**

*A mi padre Damasino Castillo y Esposa Eulogia Sullca: Por haberme acompañado en esta travesía de mi vida universitaria y apoyado incondicionalmente en este proceso de formación profesional y celebrar todos mis pasos y éxitos a pesar de las dificultades siempre estuvieron ahí para darme ese empujoncito que necesitaba con cada obstáculo que tuve.*

### **A MI MADRE**

*A mi madre Justina Arce: Por su apoyo incondicional en mi formación profesional y guiarme por el camino del bien y siempre estar para mí a cualquier momento de mi vida a pesar de las dificultades.*

### **A MIS HERMANOS**

*A mi hermano Guido, que desde pequeño me enseñó a ser sociable y me pudo guiar y acompañar en cada travesura, que desde el cielo me acompaña y me guía día a día cada paso que doy para seguir adelante. A mis hermanos Jhonatan, Damaso (Lisandro), Miguel (Mikichu) y Paloma (Palito): por siempre estar ahí cada vez que todos nos necesitábamos y ser unidos desde pequeños y compartir bonitos momentos que tuvimos.*

### **A MIS TIOS**

*A mis tíos, Francisca, Julio, Isidora y Ambrosio, que siempre estuvieron ahí para guiarme y aconsejarme en cada paso y estar siempre para todos sus sobrinos, enseñarme que a pesar de cualquier dificultad o problema, la familia siempre estará presente para apoyarnos, y me enseñaron que la familia siempre debe estar unida.*

**HECTOR TOMASINO CASTILLO ARCE**



## DEDICATORIA

*Primeramente, agradecer a Dios porque él está encima de todo, sin él no somos nada y todo está escrito de acuerdo a su voluntad.*

*A mi abuelita; MARGARITA BAZAN VIUDA DE HURTADO quien siempre me apoyó en mis mejores y peores momentos, siempre me cuida desde el cielo y sé que está muy feliz por todo lo que estoy logrando.*

*A mi madre, MAIKA CONSUELO HURTADO BAZAN que es una gran mujer luchadora y guerrera que me enseñó a nunca rendirme con sus constantes consejos y apoyo; te debo tanta mamita, desde lo más profundo de mi corazón te amo y sé que estas muy orgullosa de mí.*

*A mi papá, FLORO JAUREGUI HERRERA agradecerte siempre por los valores que me inculcaste y por brindarme siempre tus sabios consejos.*

*A mis hermanos, JUSTI; siempre estuvimos juntos desde pequeños apoyándonos gracias por todo (Lonlita) , JEAN; cantones sé que estas orgulloso de mi y espero que tú también estes logrando tus metas, JESUS; Cheiii agradecerte por todo el apoyo incondicional que me das y que siempre estas allí para mí, DEAN; siempre me motivas a ser una mejor persona ya que siempre trato de darte un buen ejemplo, sé que no soy perfecto pero toma y aprende las buenas cosas de mí, vas a ser grande, tienes muchas metas que cumplir y una vaya bien grande que superar.*

*A mis amigos, YULY, ESTEFANI, ODALIZ, JORGE y YORK, mis buenos amigos que conocí en el primer semestre y hasta ahora seguimos teniendo esa linda amistad, aunque todos de distintas carreras, estoy muy feliz de haberlos conocido y también se están logrando grandes cosas.*

*A mi prima, gordita cara de cuy, que siempre desde pequeños estuvimos juntos, te quiero mucho cuy, pasamos muchas cosas, te extraño un montón y también va dedicado para ti.*

**GREGORY JORDI JAUREGUI HURTADO**



## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	I
DEDICATORIA .....	II
ÍNDICE GENERAL.....	IV
INDICE DE TABLAS .....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN Y PALABRAS CLAVE .....	XII
ABSTRACT Y KEY WORDS .....	XIII
<b>CAPÍTULO 1: Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Planteamiento del problema .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Formulación interrogativa del problema .....</b>	<b>4</b>
1.2.1. Problema General .....	4
1.2.2. Problemas Específicos .....	4
<b>1.3 Justificación.....</b>	<b>4</b>
1.3.1. Conveniencia.....	4
1.3.2. Relevancia Social .....	5
1.3.3. Implicancias Prácticas .....	5
1.3.4. Valor Teórico .....	5
1.3.5. Utilidad Metodológica.....	5
<b>1.4 Objetivos de investigación .....</b>	<b>6</b>
1.4.1. Objetivo General .....	6
1.4.2. Objetivos Específicos .....	6
<b>1.5 Delimitación del Estudio .....</b>	<b>6</b>
1.5.1. Delimitación espacial .....	6
1.5.2. Delimitación temporal .....	10
<b>CAPÍTULO 2: Marco Teórico.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Antecedentes de Estudio .....</b>	<b>10</b>
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	10
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	11
<b>2.2 Bases teóricas .....</b>	<b>13</b>
2.2.1. Topografía .....	13
2.2.2. Levantamiento Topográfico .....	13
2.2.3. Etapas de un Levantamiento Topográfico.....	13
2.2.4. Fotogrametría .....	14
2.2.5. Proceso fotogramétrico.....	15
2.2.6. Altura de vuelo fotogramétrico .....	15
2.2.7. Distancia de muestreo del terreno o distancia de la base fotogramétrica .....	15
2.2.8. Escala de fotografías aéreas.....	15
2.2.9. Escala de mapas a confeccionar .....	16
2.2.10. Traslape longitudinal y transversal de fotos.....	16
2.2.11. Calidad y densidad de las fotos en dpi .....	17
2.2.12. Relación de pixel con área de fotografía .....	17
2.2.13. Tipo de cámara utilizada y distancia focal.....	17
2.2.14. Numero de fotografías obtenidas .....	18
2.2.15. Velocidad de la RPAS.....	19
2.2.16. Tiempo de vuelo de la RPAS .....	19



2.2.17.	Cartografía catastral.....	19
2.2.18.	Levantamiento catastral .....	20
2.2.19.	Tipos de Catastros .....	20
2.2.20.	Estación Total.....	20
2.2.21.	Sistema de Aeronave Pilotada a Distancia (RPAS).....	21
2.2.22.	Norma Técnica Complementaria (NTC 001-2015).....	22
2.2.23.	Restricciones para operar un Dron .....	23
2.2.24.	Sistema Geodésico Oficial .....	23
2.2.25.	Clasificación de los Puntos Geodésicos .....	23
<b>2.3</b>	<b>Hipótesis .....</b>	<b>24</b>
2.3.1.	Hipótesis General .....	24
2.3.2.	Hipótesis Específicas.....	24
<b>2.4</b>	<b>Variables.....</b>	<b>25</b>
2.4.1.	Identificación de Variables, Dimensiones e Indicadores .....	25
2.4.2.	Operacionalización de Variables .....	26
<b>2.5</b>	<b>Definición de Términos.....</b>	<b>26</b>
<b>CAPÍTULO 3:</b>	<b>Método.....</b>	<b>29</b>
<b>3.1</b>	<b>Alcance del Estudio.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2</b>	<b>Diseño de la investigación .....</b>	<b>30</b>
3.2.1.	Diseño metodológico.....	30
3.2.2.	Diseño de Ingeniería.....	30
<b>3.3</b>	<b>Población .....</b>	<b>30</b>
<b>3.4</b>	<b>Muestra.....</b>	<b>30</b>
3.4.1.	Descripción y cuantificación de la muestra .....	30
3.4.2.	Método de muestreo .....	31
3.4.3.	Criterios de evaluación de la muestra.....	31
3.4.4.	Criterios de inclusión.....	31
<b>3.5</b>	<b>Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>32</b>
3.5.1.	Instrumentos metodológicos o Instrumentos de recolección de datos .....	32
3.5.2.	Fichas de observación.....	34
3.5.3.	Instrumentos de ingeniería.....	37
<b>3.6</b>	<b>Validez y confiabilidad de Instrumentos .....</b>	<b>41</b>
3.6.1.	Procedimiento realizado para la recolección de datos.....	42
3.6.2.	Procedimiento para georreferenciación de puntos geodésicos.....	42
3.6.3.	Procedimiento para realizar la georreferenciación con GPS Diferencial .....	44
3.6.4.	Monumentación de BM's de control .....	46
3.6.5.	Procedimiento de levantamiento con RPAS (dron) y procesamiento.....	46
3.6.6.	Procedimiento con estación total.....	55
<b>3.7</b>	<b>Plan de análisis de Datos.....</b>	<b>63</b>
3.7.1.	Toma de datos con dron.....	64
3.7.2.	Toma de datos con estación total.....	68
3.7.3.	Cálculos vinculados con la cuantificación de las variables .....	96
3.7.4.	Diseños.....	135
<b>CAPÍTULO 4:</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>137</b>
<b>4.1</b>	<b>Resultados respecto a los objetivos específicos.....</b>	<b>137</b>
4.1.1.	Costos .....	137
4.1.2.	Tiempo .....	142
4.1.3.	Precisión.....	144
<b>4.2</b>	<b>Resultados respecto al Objetivo General .....</b>	<b>149</b>
<b>4.3</b>	<b>Resultados de la demostración de la hipótesis .....</b>	<b>150</b>
<b>4.4</b>	<b>Resultado de las tolerancias catastrales .....</b>	<b>151</b>



<b>CAPÍTULO 5: Discusión.....</b>	<b>152</b>
<b>5.1 Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos .....</b>	<b>152</b>
<b>5.2 Limitaciones del estudio.....</b>	<b>154</b>
<b>5.3 Comparación crítica con la literatura existente.....</b>	<b>155</b>
<b>5.4 Implicancias de estudio .....</b>	<b>155</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>156</b>
<b>SUGERENCIAS.....</b>	<b>157</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>158</b>
<b>APÉNDICES.....</b>	<b>161</b>



## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Georreferenciación de Puntos Geodésicos. ....	7
<b>Tabla 2</b> Posición política de la indagación. ....	7
<b>Tabla 3</b> Accesibilidad. ....	9
<b>Tabla 4.</b> Cuadro de operacionalización de variables. ....	26
<b>Tabla 5.</b> Fichas de observación para georreferenciación de puntos geodésicos con GPS diferencial. ...	34
<b>Tabla 6.</b> Fichas de Observación para levantamiento topográfico con RPAS (dron) .....	35
<b>Tabla 7.</b> Fichas de observación para levantamiento topográfico con estación total .....	36
<b>Tabla 8.</b> Cuadro de georreferenciación de puntos geodésicos. ....	63
<b>Tabla 9.</b> Cuadro de puntos de control o BM's. ....	63
<b>Tabla 10.</b> Ficha de observación con fotografías (datos) levantamiento topográfico con dron .....	64
<b>Tabla 11.</b> Ficha de observación con fotografías (datos) levantamiento topográfico con dron .....	65
<b>Tabla 12.</b> Ficha de observación con fotografías (datos) levantamiento topográfico con dron .....	66
<b>Tabla 13.</b> Ficha de observación con fotografías (datos) levantamiento topográfico con dron <i>Fuente:</i> Elaboración propia .....	67
<b>Tabla 14.</b> Ficha de observación con datos levantamiento topográfico con estación total <i>Fuente:</i> Elaboración propia .....	68
<b>Tabla 15.</b> Ficha de observación con datos levantamiento topográfico con estación total .....	69
<b>Tabla 16.</b> Ficha de observación con datos levantamiento topográfico con estación total .....	70
<b>Tabla 17.</b> Datos topográficos con Dron DJI Mavic 3 Enterprise (RPAS) a una altura vuelo de 50m georreferenciado a puntos geodésicos .....	71
<b>Tabla 18.</b> Datos topográficos con dron DJI Mavic 3 Enterprise (RPAS) a una altura vuelo de 50m....	75
<b>Tabla 19.</b> Datos topográficos con Dron DJI Mavic 3 Enterprise (RPAS) a una altura vuelo de 60m ...	80
<b>Tabla 20.</b> Datos topográficos con dron DJI Mavic 3 Enterprise (RPAS) a una altura vuelo de 70m....	85
<b>Tabla 21.</b> Condiciones climáticas para vuelo de dron .....	90
<b>Tabla 22.</b> Datos topográficos con estación total TOPCON OS-105 .....	90
<b>Tabla 23.</b> Cuadro de costo estimado del levantamiento con RPAS (dron) y GPS diferencial .....	96
<b>Tabla 24.</b> Costo estimado de georreferenciación con GPS diferencial .....	97
<b>Tabla 25.</b> Costo estimado para certificación de puntos geodésicos .....	97
<b>Tabla 26.</b> Cuadro de costo estimado del levantamiento con estación total .....	98
<b>Tabla 27.</b> Cuadro de tiempo estimado con RPAS (dron) .....	99
<b>Tabla 28.</b> Cuadro de tiempo estimado con Estación Total .....	100
<b>Tabla 29.</b> Cuadro resumen de las coordenadas de GPS diferencial, RPAS (dron) y estación total .....	101
<b>Tabla 30.</b> Resumen del cálculo de errores absolutos obtenidos con RPAS (dron) .....	110



<b>Tabla 31.</b> Resumen del cálculo de errores absolutos obtenidos con estación total .....	114
<b>Tabla 32.</b> Resumen del cálculo de errores relativos obtenidos con RPAS (dron) .....	121
<b>Tabla 33.</b> Resumen del Cálculo de errores relativos obtenidos con Estación Total .....	125
<b>Tabla 34.</b> Cotización para la realización del levantamiento topográfico con estación total.....	132
<b>Tabla 35.</b> Cotización para realizar el levantamiento topográfico con RPAS (dron) .....	133
<b>Tabla 36.</b> Cotización para la realización de georreferenciación de puntos geodésicos.....	134
<b>Tabla 37.</b> Costo estimado del levantamiento con estación total con RPAS (dron) .....	138
<b>Tabla 38.</b> Costo estimado del levantamiento con estación total .....	139
<b>Tabla 39.</b> Costo estimado georreferenciación con GPS diferencial.....	140
<b>Tabla 40.</b> Costo estimado para certificación de puntos geodésicos .....	140
<b>Tabla 41.</b> Tiempo estimado del levantamiento topográfico con RPAS (dron).....	142
<b>Tabla 42.</b> Tiempo estimado del levantamiento topográfico con estación total .....	143
<b>Tabla 43.</b> Áreas según certificados de posesión, toma de datos con Estación Total y RPAS (Dron) ..	151
<b>Tabla 44.</b> Porcentajes de error según tolerancias catastrales .....	151



## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Ubicación de puntos geodésicos.</i> .....	7
<b>Figura 2.</b> Mapa y ubicación geográfica de la provincia de Quispicanchis .....	8
<b>Figura 3.</b> División política de la provincia de Quispicanchis. ....	8
<b>Figura 4.</b> Posición del diseño. ....	9
<b>Figura 5.</b> <i>Dirección de captura.</i> .....	18
<b>Figura 6.</b> <i>Número de fotos y velocidad de vuelo</i> .....	18
<b>Figura 7.</b> <i>Dirección de captura.</i> .....	19
<b>Figura 5.</b> Estación total.....	37
<b>Figura 9.</b> Trípode.....	38
<b>Figura 10.</b> Radios de comunicación. ....	38
<b>Figura 11.</b> Software AutoCAD Civil 3D.....	39
<b>Figura 12.</b> DJI Mavic 3 Enterprise (3E). ....	39
<b>Figura 13.</b> Software Pix4D.....	40
<b>Figura 14.</b> <i>GPS.</i> .....	40
<b>Figura 15.</b> <i>GPS DIFERENCIAL.</i> .....	41
<b>Figura 16.</b> <i>Placas de bronce.</i> .....	41
<b>Figura 17.</b> <i>Excavación para realizar la monumentación.</i> .....	42
<b>Figura 18.</b> <i>Excavación según dimensiones del IGN.</i> .....	43
<b>Figura 19.</b> <i>Pintado de puntos geodésicos.</i> .....	44
<b>Figura 20.</b> <i>Georreferenciación de puntos geodésicos con GPS diferencial.</i> .....	44
<b>Figura 21.</b> <i>Toma de data con GPS diferencial.</i> .....	45
<b>Figura 22.</b> <i>Procesamiento de datos del GPS diferencial.</i> .....	45
<b>Figura 23.</b> <i>Monumentación de BM's.</i> .....	46
<b>Figura 24.</b> <i>Planificación para sobrevolar Dron.</i> .....	46
<b>Figura 25.</b> <i>Fotos tomadas con el dron en la zona de estudio.</i> .....	47
<b>Figura 26.</b> <i>Procesamiento de datos con el software Pix4D.</i> .....	48
<b>Figura 27.</b> <i>Proceso de datos con el software Pix4D.</i> .....	48
<b>Figura 28.</b> <i>Proceso de datos con el software Pix4D.</i> .....	49
<b>Figura 29.</b> <i>Creación de la ortofoto.</i> .....	49
<b>Figura 30.</b> <i>Creación del modelo digital.</i> .....	50
<b>Figura 31.</b> <i>Software ArcMap.</i> .....	50
<b>Figura 32.</b> <i>Generación de ortofotos en el software ArcMap</i> .....	51
<b>Figura 33.</b> <i>Generación de ortofotos en el software ArcMap</i> .....	51



<i>Figura 34. Exportación de ArcMap a Civil 3D</i> .....	52
<i>Figura 35. Alineamiento de lotes en el software Civil 3D</i> .....	52
<i>Figura 36. Alineamiento de lotes en el software Civil 3D</i> .....	53
<i>Figura 37. Elaboración final para el entregable del plano catastral de la zona de estudio</i> .....	54
<i>Figura 38. Levantamiento topográfico con estación total.</i> .....	55
<i>Figura 39. Lectura del punto geodésico con estación total</i> .....	56
<i>Figura 40. Lectura de los puntos de control o BM con estación total</i> .....	56
<i>Figura 41. Lectura de límites colindantes de viviendas con estación total.</i> .....	57
<i>Figura 42. Lectura predios con estación total.</i> .....	57
<i>Figura 43. Lectura de buzones con estación total</i> .....	58
<i>Figura 44. Lectura de buzones con estación total</i> .....	58
<i>Figura 45. Lectura de buzones con estación total II.</i> .....	59
<i>Figura 46. Lectura puntos a partir de un punto geodésico.</i> .....	59
<i>Figura 47. Limpieza de puntos extraídos de estación total.</i> .....	60
<i>Figura 48. Importación de puntos al software Civil 3D</i> .....	60
<i>Figura 49. Procesamiento de puntos en el software Civil 3D.</i> .....	61
<i>Figura 50. Procesamiento de puntos en el software Civil 3D.</i> .....	61
<i>Figura 51. Elaboración final para el entregable del plano catastral de la zona de estudio</i> .....	62
<i>Figura 52. Gráfico de errores absolutos en la coordenada Norte</i> .....	119
<i>Figura 53. Gráfico de errores absolutos en la coordenada Este</i> .....	120
<i>Figura 54. Gráfico de errores absolutos en la Altura</i> .....	120
<i>Figura 55. Gráfico de errores relativos en la coordenada Norte</i> .....	130
<i>Figura 56. Gráfico de errores relativos en la coordenada Este</i> .....	131
<i>Figura 57. Gráfico de errores relativos en la Altura</i> .....	131
<i>Figura 58. Gráfica de cotización y comparación de costos de un levantamiento topográfico con estación total</i> .....	132
<i>Figura 59. Gráfica de cotización y comparación de costos de un levantamiento topográfico con RPAS (dron)</i> .....	133
<i>Figura 60. Gráfica de cotización y comparación de costos para realizar la georreferenciación de puntos geodésicos</i> .....	134
<i>Figura 61. Elaboración final para el entregable del plano catastral de la zona de estudio con RPAS (dron)</i> .....	135
<i>Figura 62. Elaboración final para el entregable del plano catastral de la zona de estudio con estación total</i> .....	136
<i>Figura 63. Gráfico de diferencia de costos estimados</i> .....	140



<b>Figura 64.</b> Gráfico de diferencia de tiempos estimados.....	144
<b>Figura 65.</b> Gráfico de comparación de errores absolutos promedio respecto a Norte, Este y Altura con RPAS (dron).....	145
<b>Figura 66.</b> Gráfico comparativo de errores absolutos promedio respecto a estación total.....	146
<b>Figura 67.</b> Gráfico comparativo de errores absolutos respecto al NORTE, ESTE Y ALTURA con RPAS (dron) y estación total .....	146
<b>Figura 68.</b> Gráfico comparativo de errores relativos respecto al NORTE, ESTE Y ALTURA con RPAS (dron). .....	147
<b>Figura 69.</b> Gráfico comparativo de errores relativos respecto al NORTE, ESTE Y ALTURA con estación total. ....	148
<b>Figura 70.</b> Gráfico comparativo de errores relativos respecto al NORTE, ESTE Y ALTURA con RPAS (Dron) y estación total .....	149
<b>Figura 71.</b> Gráfico de tolerancias catastrales según lotes.....	152
<b>Figura 72.</b> Traslape de fotos tomadas por el RPAS (dron) al momento del procesamiento .....	168
<b>Figura 73.</b> Generación de traslape y/o superposición de fotos tomadas por el RPAS (dron) al momento del procesamiento I .....	168
<b>Figura 74.</b> Generación de traslape y/o superposición de fotos tomadas por el RPAS (dron) al momento del procesamiento II.....	169
<b>Figura 75.</b> Generación de traslape y/o superposición de fotos tomadas por el RPAS (dron) al momento del procesamiento III.....	169
<b>Figura 76.</b> Generación de traslape y/o superposición de fotos tomadas por el RPAS (dron) al momento de girar y procesamiento I.....	170
<b>Figura 77.</b> Generación de traslape y/o superposición de fotos tomadas por el RPAS (dron) al momento de girar y procesamiento II. ....	170
<b>Figura 78.</b> Generación de traslape y/o superposición de fotos tomadas por el RPAS (dron) al momento de girar y procesamiento III. ....	171
<b>Figura 79.</b> Generación de traslape y/o superposición de fotos tomadas por el RPAS (dron) al momento de girar y procesamiento IV.....	171



## RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

El objetivo general de esta investigación fue estimar una evaluación comparativa del costo, precisión y tiempo entre el levantamiento topográfico con RPAS y el levantamiento con Estación Total en la APV José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco - 2023. La metodología utilizada fue de enfoque experimental y de nivel descriptivo utilizando una población que corresponde al distrito de Quispicanchis de la ciudad del Cusco y una muestra centrada en el centro poblado de Oropesa, los instrumentos utilizados fueron una estación total con trípode, jalones con prismas, radios de comunicación, drones voladores, GPS y el software de procesamiento conocido como Civil 3D, ArcGis y Pix4D Enterprise. Los resultados de la investigación se centraron en obtener que la diferencia entre los levantamientos con RPAS y estación total fue de S/. 20.10, aunque la diferencia no es mucha, convenientemente se puede observar que los S/. 2610.00 se utilizaron en una jornada de trabajo por cada altura de vuelo con el relevamiento por RPAS, mientras que S/. 2630.10 en cinco días de trabajo con el levantamiento con estación total, a su vez el empleo de instrumentos para levantamiento con RPAS vs Estación total han presentado una diferencia en el uso de los distintos equipos y al ver las falencias en cada una de las coordenadas, en las coordenadas Norte se tiene mayor precisión con el RPAS con un 0.8995m de acuerdo al error absoluto promedio frente a la Estación con 2.1472m de error absoluto promedio, por otro lado, en las coordenadas Este los datos obtenidos con RPAS se asemejan o tienden a acercarse a cero demostrando con un valor absoluto promedio de 0.4512m frente al error absoluto promedio de la estación con 0.5245m y cuanto a la coordenada de altura podemos observar claras deficiencias con el uso de RPAS teniendo un error absoluto promedio de 1.7209m y el error absoluto promedio de la estación se obtuvo óptimos resultados con un 0.4888m; analizando los resultados obtenidos y analizando las gráficas podemos deducir que el RPAS es ligeramente más preciso, por lo que sus valores tienden a acercarse más a cero en cuanto a la precisión, a su vez nuestra preferencia en el uso de instrumentos para levantamientos topográficos es con RPAS ya que se utiliza puntos geodésicos certificados y es la mejor opción cuando se trata de levantamientos en áreas abiertas. Finalmente se concluyó que la encuesta con RPAS fue la mejor opción utilizada en el desarrollo de esta investigación ya que se observaron las ventajas antes mencionadas en cuanto a costo, tiempo, variación e incluso llegando a contar con la presentación de un registro APV José Mariátegui.

**Palabras Claves:** Levantamiento. Estación total, RPAS, costos, tiempo, variación



## ABSTRACT Y KEY WORDS

The general objective of this research was to estimate a comparative evaluation of the cost, accuracy and time between the topographic survey with RPAS and the survey with Total Station in the APV José Carlos Mariátegui of the district of Oropesa, Quispicanchis, Cusco - 2023. The methodology used was of experimental approach and descriptive level using a population that corresponds to the district of Quispicanchis of the city of Cusco and a sample centered in the town center of Oropesa, the instruments used were a total station with tripod, prisms with prisms, communication radios, flying drones, GPS and processing software known as Civil 3D, ArcGis and Pix4D Enterprise. The results of the investigation focused on obtaining that the difference between the surveys with RPAS and total station was of S/. 20.10, although the difference is not much, conveniently it can be observed that the S/. 2610.00 was used in one day of work for each height of flight with the survey by RPAS, while S/. 2630. 10 in five days of work with the survey with total station, in turn the use of instruments for survey with RPAS vs. Total Station have presented a difference in the use of the different equipment and to see the shortcomings in each of the coordinates, in the North coordinates there is greater precision with the RPAS with 0.8995m according to the average absolute error compared to the Station with 2. 1472m of average absolute error, on the other hand, in the East coordinates the data obtained with RPAS are similar or tend to approach zero showing an average absolute value of 0.4512m versus the average absolute error of the Station with 0.5245m and as for the Height coordinate we can observe clear deficiencies with the use of RPAS having an average absolute error of 1.7209m and the average absolute error of the Station was obtained optimal results with a 0. 4888m; analyzing the results obtained and analyzing the graphs we can deduce that the RPAS is slightly more precise, so its values tend to be closer to zero in terms of accuracy, in turn our preference in the use of instruments for topographic surveys is with RPAS since it uses certified geodetic points and it is the best option when it comes to surveys in open areas. Finally, it was concluded that the survey with RPAS was the best option used in the development of this research since the advantages mentioned above were observed in terms of cost, time, variation and even having the presentation of an APV José Mariátegui record.

**Keywords:** Lifting. Total station, RPAS, costs, time, variation



## CAPÍTULO 1: **Introducción**

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo desarrollar la comparación de los diferentes instrumentos empleados para realizar levantamientos topográficos ya que actualmente existen nuevos métodos y formas de efectuar mediciones precisas y detalladas de las características de un terreno, donde la tecnología avanza de manera acelerada en cuanto a la topografía, lo que nos permite recolectar la data necesaria a un menor tiempo y hoy en día este tipo de tecnologías es poco conocida y nos limita a la utilización de herramientas tradicionales para hacer levantamientos topográficos (Estación Total); por ende se pretende innovar y utilizar los nuevos recursos tecnológicos para realizar levantamientos topográficos con RPAS (Dron), disminuyendo así los costos y tiempos de ejecución.

Frente a esta situación de tener nuevas herramientas de trabajo para realizar levantamientos topográficos se propuso el trabajo de investigación que tiene como título “Análisis comparativo del levantamiento topográfico en cuanto al costo, tiempo y precisión con RPAS y estación total en la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco - 2023” tiene como objetivo facilitar la elaboración de planos catastrales evitando el crecimiento desordenado el cual no se puede satisfacer a la población con necesidades básicas como electricidad, saneamiento, salud y educación; de esa forma evitar el crecimiento desordenado así mismo facilitando los trabajos topográficos de una forma más precisa, con menor tiempo y menores costos.

Al elaborar este proyecto, no se contaba con información necesaria para elaborar el catastro de la zona de estudio es por ello que bajo ese contexto, se propuso analizar la comparativa en cuanto al costo, tiempo precisión de las diferentes metodologías de levantamiento topográfico por lo que en la actualidad y hace un tiempo atrás se vienen utilizando nuevas metodologías en nuestro país como el RPAS (dron) y haciendo posible realizar trabajos topográficos a menor costo y reduciendo tiempos en cuanto al levantamiento con topografía tradicional.

Al realizar este proyecto se podrá comparar resultados del levantamiento topográfico tradicional con estación total y levantamiento topográfico con RPAS (dron) el cual se podrá comparar con datos reales y cuál de los dos métodos resulta ser más efectivo.



### 1.1 Planteamiento del problema

En el contexto demográfico, económico y social en el Perú actual difiere mucho de la época de la rápida urbanización, el patrón de crecimiento urbano horizontal de las ciudades peruanas ha cambiado relativamente poco desde entonces, aunque se ha ralentizado. El reciente auge de la construcción en las principales ciudades, sobre todo en Lima, ha provocado un crecimiento vertical no planificado y mal regulado en las zonas centrales. Sin embargo, los grupos más pobres siguen ocupando terrenos cada vez más alejados, peligrosos y encarpados, en lo que se conoce como “invasión hormiga”. Este patrón de crecimiento informal es insostenible, ya que los recursos de los gobiernos son insuficientes para integrar estos barrios con el resto a la ciudad, dotándolos de las necesarias redes de agua y alcantarillado, electricidad, escuelas, equipamiento urbano y espacios públicos adecuados. (Abramo y otros, 2015)

El sistema de crecimiento informal no es sostenible porque el gobierno central o local no puede satisfacer necesidades básicas o necesarias como saneamiento, electricidad, educación, y atención médica. Así como equipamientos urbanos y espacios públicos adecuados; sin embargo, no todos los problemas se deben al incumplimiento de las normas del plan de desarrollo urbano. (Visalot Camus, 2022)

En la ciudad del Cusco existe un plan de desarrollo urbano, pero no es administrado, regulado y monitoreado, por lo que se sigue construyendo de manera informal, y las áreas urbanas continúan creciendo de forma desproporcionada en los alrededores de la ciudad.

Al realizar este proyecto de investigación se concederá la información pertinente a la entidad competente y/o responsable de esta jurisdicción que es la Municipalidad distrital de Oropesa, ya que será un beneficio para realizar proyectos venideros para el crecimiento poblacional ordenado, mejoramiento de calles, así como; mejoramientos de los servicios básicos, agua y desagüe, instalación de alumbrado público, pavimentación de calles, recolección de datos de cada beneficiario para el control adecuado de impuestos prediales, licencias de construcción, títulos de propiedad y otros factores que sean convenientes para el uso de esta información.

Dentro del contexto en la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, donde la planificación urbana y la administración de recursos son esenciales, la carencia de datos topográficos precisos y actualizados obstaculiza el crecimiento sostenible y la toma de decisiones informadas. Además, la falta de planos catastrales actualizados añade una capa adicional de complejidad a la gestión del territorio en Oropesa. La ausencia de una



representación precisa de la propiedad y los límites de las parcelas dificulta la administración de recursos, la recaudación de impuestos y la planificación urbanística.

El gobierno municipal del distrito de Oropesa dispone de diversas herramientas de planificación para facilitar el desarrollo ciudadano tanto de las áreas urbanas como rurales, fomentando la participación en el distrito, que tiene jurisdicción sobre la apv José Carlos Mariátegui. Se puede inferir que hasta el momento no se han implementado nuevas metodologías para llevar a cabo levantamientos catastrales. Por ende, esta investigación propone un método más eficiente y económico para la elaboración de catastros urbanos. La planificación urbana se concibe como un proceso dirigido a optimizar la comodidad de la población y su ecosistema, buscando el progreso de localidades más imparciales, sanas, resilientes, eficaces y llamativas para las generaciones del presente y las venideras. Este proceso enlaza todas las ocupaciones que tienen lugar en una ciudad con el territorio en el que se encuentra, anticipando el uso del suelo, las infraestructuras, los bienes, el movimiento de las personas y los espacios públicos de manera organizada y orientada hacia el futuro.

Asimismo, se trata de una herramienta técnica y de gestión a nivel local que impulsa y ejecuta acciones y regulaciones de gestión urbana con el fin de alcanzar un desarrollo sostenible en entornos urbanos. Su objetivo es crear un entorno seguro, cómodo y saludable para la población, mientras se gestiona eficazmente los riesgos de desastres. Todo esto se lleva a cabo con total atención hacia el medio ambiente y la cultura local, buscando la manejabilidad y la competitividad en la implementación de medidas.

De acuerdo con censo poblacional del 2007 se identificó la existencia de 1982 habitantes dentro de los cuales se tiene 1763 habitantes para el sector urbano y 219 habitantes para el sector rural, por lo que para el último censo poblacional del año 2017 se incrementó e identificó un total de 9444 habitantes en el distrito de Oropesa los cuales se tiene 8510 habitantes en el sector urbano y 934 habitantes en el sector rural.

La apv José Carlos Mariátegui se encuentra en la ruta de la carretera Cusco – Paucartambo a la altura de la comisaria PNP Oropesa está localizada en las coordenadas siguientes: coordenada Este 200449.45mE, coordenada Norte 8484642.04m S y a una altura de 3110 msnm, ubicada en el punto sureste de la ciudad del Cusco, abarca una extensión de 23.55 hectáreas y un perímetro de 2.18 kilómetros. El área urbana cuenta con más de 431 lotes, que están divididos en 26 manzanas.



En este escenario, el propósito fundamental de la investigación en curso es abordar esta problemática de manera integral. Se plantea la necesidad de evaluar con rigor y precisión los beneficios y los contras de los levantamientos topográficos con RPAS en comparación con la tradicional estación total. Se medirán y analizarán datos, como la reducción en costos, el tiempo de ejecución y la precisión en la obtención de datos topográficos.

## 1.2 Formulación interrogativa del problema

### 1.2.1. Problema General

¿Cuál es la diferencia comparativa que existe en cuanto al costo, tiempo y precisión empleando instrumentos para realizar el levantamiento topográfico con RPAS y estación total en la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco - 2023?

### 1.2.2. Problemas Específicos

#### ***Problema Específico N°01***

¿Cuál es la diferencia comparativa de los costos de ejecución empleando instrumentos para realizar el levantamiento topográfico con RPAS y estación total de la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco - 2023?

#### ***Problema Específico N°02***

¿Cuál es la diferencia comparativa de los tiempos de ejecución empleando instrumentos para realizar el levantamiento topográfico con RPAS y estación total de la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco - 2023?

#### ***Problema Específico N°03***

¿Cuál es la variación comparativa de las precisiones en la obtención de datos topográficos empleando instrumentos para realizar el levantamiento topográfico con RPAS y estación total de la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco - 2023?

## 1.3 Justificación

### 1.3.1. Conveniencia

El presente estudio se fundamenta en la transformación radical que ha experimentado la topografía debido a la evolución tecnológica, como se ha documentado en investigaciones previas. Esta transición de métodos manuales y equipos mecánicos hacia tecnologías digitales y georreferenciación ha revolucionado la obtención de datos topográficos, lo que plantea la



necesidad de comprender las ventajas y desventajas de las técnicas actuales, como los RPAS y la estación total.

### 1.3.2. **Relevancia Social**

Este estudio se realiza para lograr obtener resultados favorables para el crecimiento ordenado de la apv José Carlos Mariátegui y la municipalidad distrital de Oropesa, la que permitirá determinar el valor de los bienes y/o inmuebles, también se permitirá que la entidad pueda brindar una atención eficaz y oportuna para dar información solicitada por cualquier ciudadano con respecto a los predios.

### 1.3.3. **Implicancias Prácticas**

La carencia de datos topográficos precisos y planos catastrales actualizados en la apv José Carlos Mariátegui y la municipalidad distrital de Oropesa afecta directamente la planificación urbana y la gestión de recursos. Esta problemática obstaculiza el crecimiento sostenible y la eficiente toma de decisiones, lo que hace que esta investigación sea relevante para contribuir con la solución de los inconvenientes locales y el crecimiento en la calidad de vida de los habitantes.

### 1.3.4. **Valor Teórico**

Nuestro estudio contribuye al conocimiento actual en el campo de la topografía y la georreferenciación al comparar dos enfoques tecnológicos clave para la obtención de datos topográficos. Los resultados de este estudio pueden enriquecer la base teórica de la disciplina y proporcionar información valiosa para futuras investigaciones en áreas similares.

### 1.3.5. **Utilidad Metodológica**

La metodología empleada en esta investigación servirá como referencia para futuros estudios que aborden problemáticas similares en otras regiones. La comparación detallada de tecnologías de levantamiento topográfico proporcionará una guía para la selección de métodos en función de los requerimientos específicos de cada ubicación.



## 1.4 Objetivos de investigación

### 1.4.1. Objetivo General

Estimar una evaluación comparativa del costo, tiempo y precisión empleando instrumentos para realizar el levantamiento topográfico con RPAS y estación total de la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco - 2023.

### 1.4.2. Objetivos Específicos

#### *Objetivo Específico N°01*

Realizar la comparación de los costos de ejecución empleando instrumentos para realizar el levantamiento topográfico con RPAS y estación total de la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa Quispicanchis, Cusco - 2023.

#### *Objetivo Específico N°02*

Realizar la comparación de los tiempos de ejecución empleando instrumentos para realizar el levantamiento topográfico con RPAS y estación total de la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco - 2023.

#### *Objetivo Específico N°03*

Determinar la variación de las precisiones en la obtención de los datos topográficos empleando instrumentos para el levantamiento con RPAS y estación total de la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco - 2023.

## 1.5 Delimitación del Estudio

### 1.5.1. Delimitación espacial

Para el proceso en la obtención de la data topográfica al realizarse los procesos de levantamiento topográfico con RPAS y levantamiento topográfico de estación total se realizará en la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa. Este se encuentra situado en la misma provincia de Quispicanchis, perteneciente a la ciudad del Cusco, que a su vez forma parte del departamento del Cusco en el territorio peruano.

**Tabla 1** Georreferenciación de Puntos Geodésicos.

Punto	Norte	Este	Elevación	Código de punto geodésico
PG-1	200512.187	8494841.561	3140.7393	1004080
PG-2	200297.966	8494681.389	3163.5663	1004081
PG-3	200390.712	8494433.945	3195.5294	1004082

**Fuente:** Tabla elaborada de manera propia.

**Figura 1.** Ubicación de puntos geodésicos.



**Fuente:** Extraída de Google Earth.

**Tabla 2** Posición política de la indagación.

Departamento	Provincia	Distrito
CUSCO	QUISPICANCHIS	OROPESA

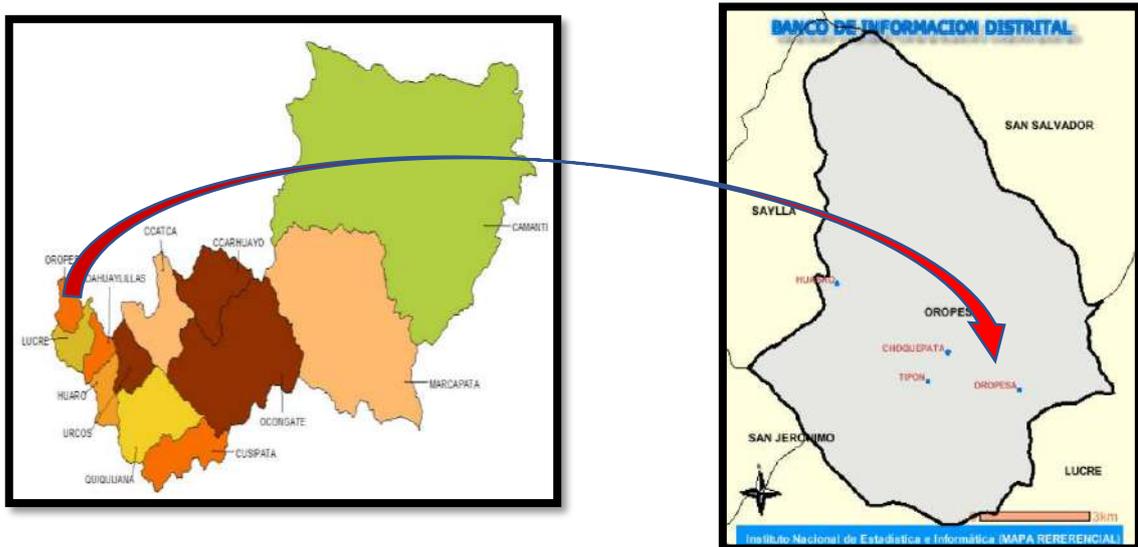
**Fuente:** Tabla elaborada de manera propia.

**Figura 2.** Mapa y ubicación geográfica de la provincia de Quispicanchis



**Fuente:** INEI (Instituto Nacional de Estadística e Información).

**Figura 3.** División política de la provincia de Quispicanchis.

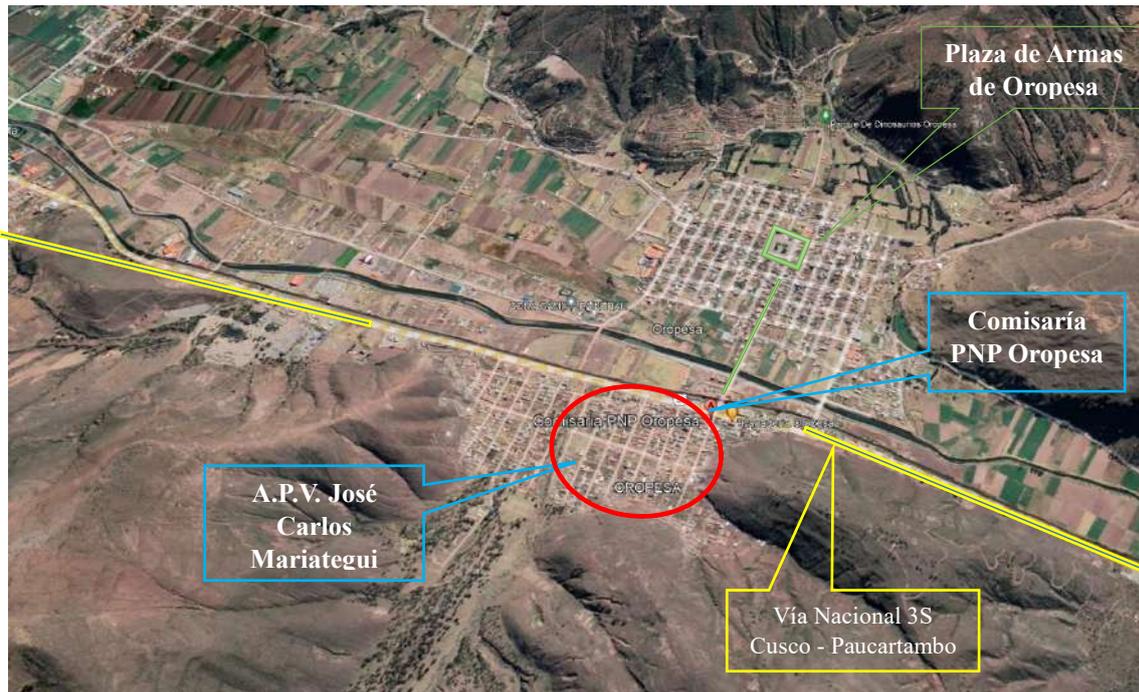


**Fuente:** INEI (Instituto Nacional de Estadística e Información)

En la **figura 02** se observa el mapa de carácter político donde se señala a la región peruana del Cusco, destacando la posición geográfica de la provincia de Quispicanchis, el cual es el lugar donde se llevará a cabo el estudio del proyecto.

En la segunda imagen (figura 02), se presenta la localización específica del distrito de Oropesa dentro de la provincia de Quispicanchis.

Figura 4. Posición del diseño.



Fuente: Imagen tomada de Google Maps. <https://www.google.com/maps/@-13.6009254,-71.7686321,502m/data=!3m1!1e3?entry=ttu>

### Accesibilidad

Se cuentan con vías de acceso primarias, siendo la primera una carretera principal que enlaza la ciudad del Cusco con la provincia de Quispicanchis, específicamente con el distrito de Urcos. Esta ruta es la principal vía de entrada a la ciudad del Cusco y, al extenderse, se convierte en un enlace entre los departamentos de Puno y Arequipa, abarcando toda la región sur del país.

Tabla 3 Accesibilidad.

Ruta	Tipo de Camino	Recorrido	Tiempo
De Cusco a Oropesa	Vía Asfaltada	22.72 km	30 min
De Urcos a Oropesa	Vía Asfaltada	22.28 km	20 min

Fuente: Tabla elaborada de manera propia.



### 1.5.2. **Delimitación temporal**

El lapso de tiempo que tomará la presente investigación, será de 5 meses.

## CAPÍTULO 2: **Marco Teórico**

### 2.1 **Antecedentes de Estudio**

#### 2.1.1. **Antecedentes internacionales**

(Kolkos et al., 2022) "**Accuracy of topographical instruments and Unmanned Aerial Systems for mapping and surveying environmental projects**".

En este artículo se abordó un análisis comparativo de métodos topográficos en el contexto de proyectos medioambientales, específicamente en la gestión de bosques urbanos. El propósito general radicó en examinar la precisión, el tiempo y los costos asociados a cuatro métodos de medición: estación total, sistema de posicionamiento satelital binario, sistema de posicionamiento satelital de mano y sistema de aeronaves pilotadas por distancia (UAS). El área de estudio seleccionada fue el complejo de la Facultad de Ciencias Forestales y del Medio Ambiente de Tesalónica, Grecia. Los resultados revelaron que el UAS se destacó como una opción de bajo costo y alta precisión, especialmente en áreas forestales urbanas. La investigación concluyó que el método de la estación total se destaca por su precisión, sin embargo, demanda más tiempo y recursos. En contraste, el UAS se presenta como una solución eficaz y económica para proyectos en áreas forestales urbanas donde la precisión no es crítica. En resumen, este estudio comparativo ofreció una visión valiosa sobre la precisión, el tiempo y el costo de diferentes métodos de levantamiento topográfico para futuros estudios de análisis comparativo en levantamientos topográficos y su aplicabilidad en diferentes contextos geográficos.

El anterior artículo refuerza que la topografía con estación total es más precisa, pero que requiere de mayor tiempo de ejecución y mayor inversión en comparación que la topografía con UAS.

(Baque-Solis et al., 2022) "**Análisis comparativo topográfico sobre levantamientos altimétricos con RTK GNSS, Estación Total y Drone en Manta**"

En este artículo se realizó una investigación de tipo comparativa con el objetivo de evaluar los métodos de levantamientos topográficos altimétricos en tres ubicaciones específicas en la ciudad de Manta, para lo cual se utilizaron tres equipos: RTK GNSS, Estación Total y



Drone. En los resultados se reveló que la elección del equipo adecuado depende del tipo de terreno, ya que el RTK GNSS fue más eficiente en áreas llanas, la Estación Total demostró ventajas en áreas con edificaciones, y el Drone brindó una mayor cantidad de datos detallados, especialmente útiles en zonas boscosas. El análisis se basó en la precisión, el costo y el tiempo, y se concluyó que la precisión absoluta se podía obtener mediante software de procesamiento de datos. Además, se destacó que la combinación de equipos, como el uso del Drone junto con RTK, mejoraba significativamente la precisión en los levantamientos.

A comparación que el anterior artículo, este artículo se enfoca que la topografía con dron junto con RTK es más precisa en áreas llanas, sin embargo, la topografía con estación total es más precisa en el levantamiento para edificaciones.

Al observar el estudio comparativo que se realizó fue para evaluar los métodos de levantamiento topográfico de gran altitud en tres ubicaciones específicas de la ciudad de Manta, utilizando los tres tipos de equipos: un RTK GNSS, una estación total y un dron, se analizaron los resultados obtenidos y se demostró que la elección del equipo depende del tipo de terreno.

#### 2.1.2. Antecedentes nacionales

(Visalot Camus, 2023) **“aplicación de la fotogrametría rpas en la zonificación urbana del sector manchibamba, chachapoyas”**

##### **Para la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas**

Para dicha investigación se realizó un levantamiento topográfico mediante fotometría RPAS reemplazando la topografía tradicional el cual se obtuvo datos como la superficie del terreno y ortofoto, por el cual, con dicha data se logró obtener fotografías y con apoyo de software (MDE) se consiguió una data de elevaciones y con el apoyo del software Autodesk se pudo determinada dicha zonificación en el sector de Manchibamba de manera veloz y eficiente, el cual permite planear y diseñar el control de crecimiento poblacional y una mejor elaboración de planos catastrales para evitar el crecimiento desordenado de la población.

Esta investigación tiene un enfoque a futuro con proyección, puesto que, ayuda a evitar crecimientos desordenados a través del levantamiento con fotometría Dron RPAS de una zona urbana en crecimiento.



(QUISPE LOPE, 2022) **“plano base catastral urbano a partir de fotogrametría con dron comprobado con estación total – barrio santiago de chejoña, puno”**

**Para la Universidad Nacional del Altiplano**

En esta investigación el objetivo principal fue realizar un plano catastral a partir de la comprobación con estación total y fotometría con dron, para el cual fue necesario establecer puntos de control geodésicos el cual también sirvieron esos puntos como puntos de fotocontrol para el dron para todo el área catastral a partir del punto geodésico, posteriormente se realizó el plan de vuelo de toda el área a levantar para luego obtener las fotografías necesarias para la elaboración del plano de catastro urbano y por último el procesamiento de los datos con la prueba estadística T – Student, obteniendo distintos datos a un intervalo de confianza del 95% el cual cumplen con los estándares necesarios para la elaboración de planos catastrales.

Al plantear el proyecto nos apoyamos con esta investigación ya que da un respaldo y fundamenta la viabilidad de poder hacer el levantamiento con dron en planos catastrales, puesto que según dicha investigación cumplen con los estándares de precisión para la elaboración de los planos de catastro urbano.

(Quillahuaman, 2022) en su tesis de grado que lleva por título **“Evaluación de la Eficiencia de Levantamiento Topográfico para Obras Civiles Mediante el Uso de RPA con Respecto a la Estación Total, Cañete 2021”**

**Para la Universidad Peruana Los Andes-Perú.**

Esta investigación buscó determinar la eficiencia del levantamiento topográfico con RPA (aeronaves controladas de manera remota) en comparación con la técnica de la estación total para obras civiles en la región de Cañete. La investigación fue de tipo aplicado, con un enfoque descriptivo - no experimental. La población y la muestra consistieron en un levantamiento topográfico de 10.11 ha en el distrito de Cañete, seleccionado mediante un método no probabilístico o intencional. Los hallazgos de la investigación determinaron que la eficacia del levantamiento topográfico con RPAS es superior a la del levantamiento con estación total. Se determinó que el RPA redujo los costos y el tiempo, especialmente en áreas más extensas, y permitió obtener información más detallada. Además, el levantamiento con RPA demostró una mayor precisión en términos de planimetría y altimetría en comparación con la estación total. Por lo tanto, la investigación proporciona evidencia de que el uso de RPA es una alternativa eficiente para el levantamiento topográfico en obras civiles, especialmente en proyectos de mayor envergadura.



La anterior investigación refuerza la hipótesis planteada por los autores de la presente investigación estableciendo que la topografía con RPA es más económica, más precisa y más precisa que la topografía con estación total.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1. Topografía

La topografía constituye un campo especializado de estudio centrado en la meticulosa medición y detallada caracterización de las dimensiones y atributos tridimensionales de la superficie terrestre. Este proceso implica la utilización de técnicas precisas para determinar distancias, direcciones y elevaciones, lo que da como resultado mapas topográficos detallados (Escuela de Postgrado de Ingeniería y Arquitectura, 2022).

### 2.2.2. Levantamiento Topográfico

Un levantamiento topográfico se define como una serie de procedimientos realizados en el campo con instrumentos apropiados para generar un bosquejo gráfico preciso o un plano exacto, lo cual es fundamental para una adecuada ubicación y desarrollo de proyectos técnicos. Este proceso requiere la determinación de la ubicación de puntos en la zona de interés a través de tres coordenadas: latitud, longitud y altitud. En esa misma línea, el objetivo principal de un levantamiento topográfico es describir minuciosamente las características del terreno, tales como relieves y desniveles, mediante el escaneo de la superficie terrestre y la recopilación de datos, que posteriormente se utilizan para la elaboración de mapas o planos específicos de la zona (Gomez, 2019).

### 2.2.3. Etapas de un Levantamiento Topográfico

#### 2.2.3.1. Primera etapa: Planificación del levantamiento topográfico

La fase inicial de un levantamiento topográfico es la planificación, crucial para garantizar la precisión y la calidad de los resultados finales. Durante esta fase, se definen los objetivos del levantamiento, se eligen los instrumentos y el software adecuados, se determinan las estrategias de campo y se planifica cuidadosamente el calendario del proyecto (Ingenium, 2022).

#### 2.2.3.2. Segunda etapa: Establecimiento de puntos de control

La segunda fase del levantamiento topográfico consiste en el establecimiento de puntos de control, que es esencial para garantizar la precisión y coherencia de los resultados finales. Durante esta fase, los puntos de control se identifican marcan sobre el terreno, sirviendo de



referencia para las posteriores mediciones topográficas. Estos puntos pueden ser puntos geodésicos preexistentes, como estaciones GPS, o pueden ser puntos de control establecidos específicamente para el proyecto. En cualquier caso, es crucial asegurarse de que los puntos de control sean fácilmente identificables y estables, para que puedan servir como referencias fiables para las mediciones posteriores (Ingenium, 2022).

#### 2.2.3.3. Tercera etapa: Recopilación de datos

La tercera fase del levantamiento topográfico consiste en recopilar datos, lo que incluye medir la ubicación y la altura de los puntos de interés, así como crear un registro detallado de la topografía de la zona con dispositivos de medición como estaciones totales, GPS, LIDAR y drones. Este equipo se utiliza para medir la posición y elevación de los puntos de control, así como para crear un modelo tridimensional de la topografía de la zona. La elección de los dispositivos de medición depende de la precisión requerida, la accesibilidad del sitio, el tiempo disponible y el presupuesto (Ingenium, 2022).

#### 2.2.3.4. Cuarta etapa: Procesamiento de datos y generación de mapas

La cuarta etapa del levantamiento topográfico consiste en el procesamiento de los datos y la generación de mapas. Una vez recogidos los datos, se procesan mediante programas informáticos especializados como AutoCAD o Civil 3D para elaborar mapas y modelos tridimensionales de la zona topografiada (Ingenium, 2022).

#### 2.2.3.5. Quinta etapa: Generación de informes y entrega al cliente

La etapa final de un levantamiento topográfico consiste en generar informes y entregarlos al cliente. Esta etapa es crucial, ya que el informe final es el producto que se entrega al cliente, lo que significa que debe ser exhaustivo, preciso y fácilmente comprensible. A continuación, se describen los componentes clave de esta etapa (Ingenium, 2022).

#### 2.2.4. Fotogrametría

La fotogrametría es una técnica que se dedica a analizar y determinar con gran precisión las dimensiones, forma y posición tridimensional de objetos, principalmente mediante la toma de medidas realizadas en una o más fotografías de dichos objetos. La información producida a través de la fotogrametría desempeña un papel esencial en la creación de cartografía y en la obtención de datos geográficos que se aplican en diversas áreas extensas, como la planificación urbana, la ordenación territorial, el catastro, la gestión forestal y la hidrología, entre otras (Instituto Geográfico Nacional, s.f.).



### 2.2.5. Proceso fotogramétrico

Este proceso implica reconstruir la posición de un par de fotogramas de manera que refleje la configuración original al momento de la captura. De esta manera, mediante analogía geométrica, es posible medir las coordenadas en tres dimensiones del terreno registrado en la región de cobertura (Trujillo & Rivera, 2019).

### 2.2.6. Altura de vuelo fotogramétrico

Depende del nivel de detalle al que queramos acceder. Es importante saber por qué nuestro cliente quiere realizar esta auditoría y qué nivel de detalle espera de ella. Saber esto nos permite determinar qué valor de GSD necesitamos.

Para conseguir un alto nivel de detalle (3-4 cm/píxel), necesitamos acercarnos al terreno dependiendo de la cámara utilizada. Entre 5 y 7 cm/píxel podemos volar desde mayor altitud y así obtener una estimación más detallada pero general respecto al ejemplo anterior. Y para una valoración general sin mucho nivel de detalle, podemos hacerlo con un valor GSD de 12 cm/píxel (Parra, 2021).

### 2.2.7. Distancia de muestreo del terreno o distancia de la base fotogramétrica

En el tema de la exactitud está la distancia de muestreo del terreno, o GSD. Es la forma de relacionar las distancias en la pantalla con las distancias en la realidad. Sin embargo, si está buscando elementos más finos para una investigación de un accidente o una topografía detallada, es posible que desee una GSD más pequeña para poder buscar en el modelo de forma más exhaustiva (Pix4D, 2022).

### 2.2.8. Escala de fotogramas o fotografías aéreas

La escala de una fotografía aérea viene dada por la relación

$$E = \frac{c}{H} \quad \begin{array}{l} c = \text{distancia principal} \\ H = \text{altura de vuelo sobre el terreno} \end{array}$$

(Luna Fuentes, 2009) menciona que, en un perfil de terreno no plano, estarán presentes valores de escala infinita. La escala de un marco se define como un valor promedio elegido con el criterio de que debe ser equidistante del plano tangente a las mayores elevaciones del terreno y depresiones mayores, con relación a un plano de referencia. Para determinar la escala de una fotografía con el indicador es necesario restar la altitud al valor del plano de referencia, ya que la medida preferida es el nivel del mar.



$$E = \frac{c}{(H - h)} \quad \begin{array}{l} H = \text{altura NMM} \\ h = \text{altura del objeto o elemento} \end{array}$$

La relación entre el tamaño de una imagen y el tamaño real del objeto El tamaño de la imagen en fotografía aérea depende de la longitud de la lente de la cámara y de la altura del avión en la fotografía (Pula Rojas, 2023)

#### 2.2.9. Escala de mapas a confeccionar

Según (Muñoz Capilla, 2019 - 2020) la escala de un mapa es la proporción entre una distancia en el mapa y la misma distancia al terreno. Del mismo modo, la escala de una fotografía es la proporción entre la distancia a la fotografía y la misma distancia a la realidad.

La escala en un plano es uniforme para que un plano sea la proyección ortogonal pero una fotografía es una proyección perspectiva y la escala varía con elevaciones en el terreno de acuerdo a (Muñoz Capilla, 2019 - 2020).

#### 2.2.10. Traslape longitudinal y transversal de fotos

El traslape o solape es una superposición de las imágenes al momento del procesamiento que se realiza para generar un modelo 3d a partir de un modelo 2d, principio básico de la fotogrametría. El traslape entre imágenes tiene por finalidad poder aplicar el principio en la visión estereoscópica de las imágenes aéreas. (Jiménez, 2017).

La ratio de traslape lateral es el grado de superposición de dos fotos tomadas en dos rutas paralelas. La ratio de traslape frontal es el grado de superposición de dos fotos tomadas de manera consecutiva y en la misma orientación a lo largo de la ruta de vuelo.

La tasa de superposición es uno de los factores clave que influye en el éxito de la reconstrucción posterior del modelo. La tasa de superposición lateral estándar es del 70% y la tasa de superposición frontal estándar es del 80%, lo cual es adecuado para la mayoría de situaciones. Si el área de mapeo es plana u ondulada, la tasa de superposición se puede reducir en consecuencia, mejorando la eficiencia del trabajo. Si el área de mapeo tiene grandes variaciones, se recomienda aumentar la relación de superposición para garantizar el efecto de reconstrucción (Manual de usuario, 2022).



### 2.2.11. Calidad y densidad de las fotos en dpi

La calidad de las imágenes es de 1.79 cm o 0.71 in lo que equivale a 1.79 cm/píxel y esta es tomada a una altura de 50 metros de vuelo y la densidad de cada foto obtenida por el RPAS (dron) Mavic 3 enterprise es de 300 dpi (dots per inch)

### 2.2.12. Relación de píxel con área de fotografía

La GSD viene determinada por la altura de vuelo y las especificaciones de la cámara, incluyendo la anchura de la imagen, la anchura del sensor y la distancia focal. Una GSD de 5 cm significa que un píxel de la imagen representa 5 cm en el suelo de forma lineal (lo que significa que muestra 25 centímetros cuadrados). Una GSD de 30 cm significa que un píxel equivale a 900 centímetros cuadrados (o 30 x 30 cm). Se puede conseguir una GSD más pequeña volando más cerca del suelo, pero el resultado será un conjunto de datos más grande y un mayor tiempo de procesamiento (Pix4D, 2022).

### 2.2.13. Tipo de cámara utilizada y distancia focal

El sensor CMOS 4/3 de gran angular de 20 MP de Mavic3E tiene un obturador mecánico para evitar el desenfoque de movimiento y admite disparos rápidos a intervalos de 0.7 segundos. Completa misiones de mapeo con una eficiencia extraordinaria sin necesidad de puntos de control en la tierra (dji ENTERPRISE, 2024).

- Cámara ancha 4/3 CMOS
- Distancia focal equivalente: 162mm, 12MP
- Zoom híbrido 56x
- Cámara térmica de 640 x 512 px
- Tiempo máximo de vuelo de 45 minutos
- Posicionamiento a nivel centimétrico con RTK

La cámara ancha de Mavic 3E tiene píxeles grandes de 3,3  $\mu\text{m}$  que, junto con el modo inteligente de poca luz, ofrecen un rendimiento significativamente mejorado en condiciones de poca luz (dji ENTERPRISE, 2024).

La distancia focal de la cámara se expresa tanto en milímetros como en píxeles. La distancia focal debe ser exacta si el tamaño del sensor es cierto. El sensor debe tener una distancia focal de 35 mm si su tamaño es de 36 x 24 mm (Pix4D, s.f.).

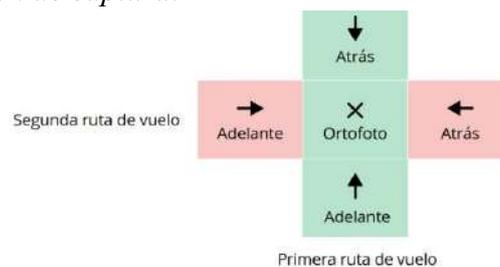
### 2.2.14. Numero de fotografías obtenidas

Al realizar la toma de fotos el RPAS realiza una captura oblicua ya que viene a ser una solución inteligente e innovadora de fotografía oblicua que se logra configurar y habilitar en la configuración de tareas para el vuelo del dron. La aeronave no pilotada solo necesita recorrer dos rutas en sentido de S, que estas tengan perpendicularidad entre si para recopilar ortofotos y fotos oblicuas que son necesarias para la reconstrucción 3D (Manual de usuario, 2022).

Esta inclinación oblicua adopta el estabilizador para que se logre obtener imágenes ya que estas pueden varía de acuerdo a los diferentes tramos de vuelo que se requieran realizar. Todas las fotos dependerán del área de la cartografía.

- a) Al realizar el vuelo con captura oblicua inteligente, la aeronave recorrerá dos rutas en forma de S que estas sean perpendiculares entre sí. Al realizar estas dos rutas, el área de vuelo elegido se fotografiará desde ángulos diferentes.

**Figura 5.** Dirección de captura.



**Fuente:** (Manual de usuario, 2022)

- b) El dron ajustara automáticamente la velocidad de vuelo en función al número de fotografías necesarias para garantizar la eficiencia operativa.

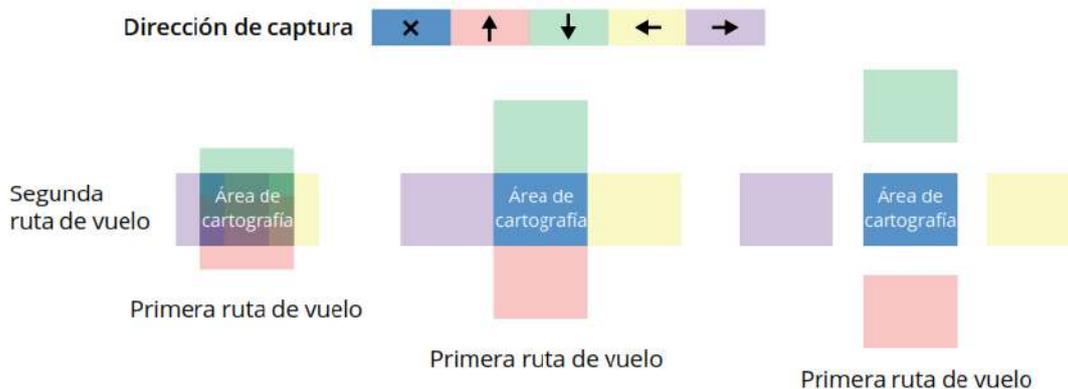
**Figura 6.** Número de fotos y velocidad de vuelo

Número de fotos	1	2	3
Velocidad de vuelo	Rápida	Intermedia	Lenta

**Fuente:** (Manual de usuario, 2022)

- c) El alcance de vuelo variará según el área del mapa, la altitud de vuelo y el paso del estabilizador. También será diferente si el área de mapeo es la misma pero la altitud de vuelo o el paso del estabilizador son diferentes.

**Figura 7. Dirección de captura**



**Fuente:** (Manual de usuario, 2022)

### 2.2.15. Velocidad de la RPAS

De acuerdo a (Manual de usuario, 2022) la aeronave utiliza un sistema de visibilidad horizontal, hacia arriba y hacia abajo y un sistema de detección de infrarrojos para posicionamiento y estabilización. Cuando el sistema de visión está encendido y las condiciones ambientales, como la iluminación, son suficientes, el ángulo de inclinación máximo es de 30° y la velocidad máxima de vuelo es de 15 m/s.

Una prueba realizada en un entorno sin viento registró el tiempo máximo de vuelo a una velocidad constante de 32.4 km/h (20.1 mph). Se probó la velocidad máxima de vuelo sin retrasos a nivel del mar. Tenga en cuenta que en la Unión Europea (UE), la velocidad máxima de vuelo está limitada a 68.4 km/h (42 mph). Estos valores son solo para ilustración (Manual de usuario, 2022).

### 2.2.16. Tiempo de vuelo de la RPAS

De acuerdo a (Manual de usuario, 2022) el DJI Mavic 3E está equipado con un sistema de sensores infrarrojos y un sistema de visión multidireccional horizontal y vertical, que puede lograr vuelos estacionarios, interiores y exteriores y búsqueda automática de objetivos evitando obstáculos en todas las direcciones. La aeronave tiene una velocidad máxima de vuelo de 75,6 km/h (47 mph) y un tiempo máximo de vuelo de 45 minutos.

Las duraciones dpo de vuelo de 45 minutos le permiten cubrir más terreno en cada misión, para inspeccionar hasta 2 kilómetros cuadrados en un solo vuelo, para lo cual se deberá considerar que se cargue las baterías de carga de 100W (dji ENTERPRISE, 2024).

### 2.2.17. Cartografía catastral

La representación cartográfica catastral consiste en la visualización de conjuntos de predios a diversas escalas, que van desde 1: 10,000 hasta escalas mayores, y muestra información detallada sobre las características topográficas, planimétricas y altimétricas de los predios (SUNARP; SNCP, s.f.).



### 2.2.18. Levantamiento catastral

El levantamiento catastral es un proceso que involucra la adquisición de datos precisos relacionados con la ubicación y las características de las propiedades de una zona. Se lleva a cabo mediante métodos directos, que emplean diversos instrumentos, o fotogramétricos, utilizando técnicas de campo. En entornos urbanos, los límites de las parcelas y las vías de agua definen las manzanas urbanas, creando la estructura de un plano catastral. A través de este plano, se obtiene información sobre los vértices y elementos de las propiedades, así como la presencia de edificaciones residenciales en su interior. Es esencial llevar a cabo el levantamiento de elementos y límites de las parcelas viales e hidrográficas con precisión y de acuerdo con los parámetros y estándares establecidos para garantizar la exactitud y la calidad del plano catastral (Instituto de Planificación Física, 2015).

### 2.2.19. Tipos de Catastros

- **Catastro Urbano**

El catastro urbano se refiere principalmente a la identificación y registro de propiedades inmuebles que constituyen la zona urbana de una localidad o municipio (SUNARP; SNCP, s.f.).

- **Catastro Rural**

El catastro rural implica la adquisición y organización de datos concernientes a las propiedades rurales en los municipios, y persigue dos objetivos fundamentales: identificar los usos productivos del suelo en áreas rurales y determinar la localización de sus propietarios (SUNARP; SNCP, s.f.).

### 2.2.20. Estación Total

Se refiere a un dispositivo visual usado extensamente en topografía y construcción, ya que une las funciones de un teodolito de tránsito electrónico con el telémetro electrónico (EDM). Este aparato, equipado con un microprocesador, un recolector de datos electrónico y un sistema de almacenamiento, es utilizado para calcular distancias en pendiente y ángulos tanto en horizontal como en vertical. El microprocesador permite calcular datos como la distancia horizontal, las coordenadas de un punto y el plano reducido del punto, además también se pueden transferir los datos recopilados con este dispositivo a una computadora para llevar a cabo un tratamiento adicional de la información. (Huaynapata Linares y Aller Huaman, 2023).



- **Tipos de Estaciones totales**

Se cuenta con varios tipos de estaciones totales utilizadas en topografía. Las estaciones totales ópticas o convencionales, que son las más comunes, combinan un teodolito con un distanciómetro electrónico, lo que les permite medir distancias y ángulos con gran precisión, siendo ideales para proyectos de topografía de nivel básico a intermedio. Por otro lado, las estaciones totales robóticas cuentan con seguimiento automático y prisma, lo que permite al operador trabajar sin asistente, siendo ideales para trabajos de gran envergadura. Las estaciones totales de escaneo láser son fundamentales para proyectos que necesitan una documentación precisa del entorno, como en arqueología o en la inspección de estructuras, ya que capturan nubes de puntos tridimensionales. integran la tecnología de estaciones totales con receptores GNSS para realizar mediciones precisas de posición en tiempo real. Estas estaciones son ideales para proyectos que demandan un posicionamiento global preciso, como la topografía de precisión y la cartografía (Tipos de Estaciones Totales Utilizadas en Topografía, 2023).

#### 2.2.21. Sistema de Aeronave Pilotada a Distancia (RPAS)

Un sistema de aeronave pilotada a distancia (RPAS) consiste en un grupo de componentes que pueden ser configurados y que incluyen una aeronave pilotada a distancia (RPA), una estación o estaciones de pilotaje remoto conectadas, así como los enlaces esenciales de mando y control, junto con cualquier otro elemento necesario para la operación en vuelo. Este sistema integral está diseñado para permitir el control y funcionamiento seguro de aeronaves no tripuladas y es fundamental para la regulación y supervisión de drones en Perú (Ley 30740, 2019).

- **Normativa sobre RPAS**

La Ley N° 30740 y su reglamento tienen como finalidad principal la supervisión y regulación del uso de aeronaves pilotadas a distancia (RPAs) en Perú, comúnmente llamadas drones. Además, esta regulación busca garantizar la seguridad tanto en el espacio aéreo como en la tierra y el agua. Estas normativas establecen directrices específicas para la operación de drones en el país, con el propósito de prevenir accidentes tanto en el aire como en la superficie terrestre y acuática. El reglamento se concentra en asegurar operaciones seguras y responsables, detallando las condiciones de uso, restricciones de vuelo y medidas de seguridad que los operadores deben seguir para prevenir incidentes (Ley 30740, 2019).



### 2.2.22. Norma Técnica Complementaria (NTC 001-2015)

Esta norma técnica complementaria (NTC) establece los requisitos y restricciones para el funcionamiento de los RPAS civiles, con el objetivo de garantizar la seguridad operativa de todos los demás usuarios del espacio aéreo, así como la seguridad de las personas y los bienes en tierra. Esta NTC aplica a personas u organizaciones que pretendan utilizar sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) para actividades civiles. No se aplica a las aeronaves estatales, es decir, las utilizadas por el ejército, la policía o la aduana (NTC, 2015)

- **Aeronave Pilotada a Distancia (Remotely Piloted Aircraft – RPA)**

Una aeronave pilotada a distancia (RPA) es una aeronave operada por un “piloto a distancia” estacionado en una “estación de piloto a distancia” situada fuera de la aeronave (es decir, en tierra, en un barco, en otra aeronave, en el espacio) que supervisa continuamente la aeronave y tiene la responsabilidad directa de su funcionamiento seguro durante todo el vuelo. Un RPA puede utilizar varios tipos de tecnología de piloto automático, pero el piloto remoto siempre conserva la capacidad de intervenir en la gestión del vuelo. Se incluyen en la categoría de aeronaves no tripuladas. Existen diferentes nombres para estos vehículos en función de su origen, etimología y uso. Algunos de los más conocidos son: Drone: denominación del ámbito militar; UAV: Unmanned Aerial Vehicle (vehículo aéreo no tripulado) (NTC, 2015)

- **Espacio Aéreo Controlado**

Un espacio aéreo definido dentro del cual se prestan servicios de control del tráfico aéreo, en función de la clasificación del espacio aéreo (NTC, 2015).

- **Sistema de Aeronave Pilotada a Distancia (RPAS)**

Conjunto configurable de elementos compuestos por una aeronave pilotada a distancia, sus puestos de piloto a distancia asociados, los enlaces de mando y control necesarios y cualquier otro elemento del sistema que pueda ser necesario en cualquier momento de las operaciones de vuelo (NTC, 2015).

- **Zona Prohibida**

Existe un espacio aéreo definido sobre el territorio o las aguas jurisdiccionales de una nación, donde el vuelo de aeronaves está estrictamente prohibido (NTC, 2015).



- **Zona Restringida**

Existe un espacio aéreo definido sobre el territorio o las aguas jurisdiccionales de un país, donde el vuelo de aeronaves está estrictamente en función a condiciones específicas (NTC, 2015).

#### 2.2.23. **Restricciones para operar un Dron**

Está prohibido el sobrevuelo de drones en zonas restringidas, como palacio de gobierno, áreas militares, aeropuertos, centros arqueológicos y áreas naturales protegidas, salvo autorización de las entidades correspondientes (MTC, 2019).

#### 2.2.24. **Sistema Geodésico Oficial**

Sistema integrado por la red geodésica oficial horizontal y la red geodésica oficial Vertical, implementado y administrado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN); representa el sistema de referencia unificado a nivel nacional, integrado en el sistema de referencia mundial.

Esto se realiza a través de puntos ubicados dentro del territorio nacional, a través de monumentos o señales, que conectados entre sí permiten obtener conjunta o separadamente su posición geodésica (coordenadas), altura o campo gravitacional, conectados por un sistema de referencia nacional. (INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL, 2015)

#### 2.2.25. **Clasificación de los Puntos Geodésicos**

Para unificar el marco de referencia geodésico, todos los trabajos de georreferenciación serán referidos a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN).

##### 2.2.25.1. **Puntos Geodésicos de Orden “0”**

Este orden se considera a nivel continental y está destinado a estudios de deformación cortical regional y global, sus efectos geodinámicos y trabajos en los que se requiere una precisión de un máximo de 4,00 mm; Estos puntos servirán para consolidar la red geodésica nacional. (INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL, 2015)

##### 2.2.25.1. **Puntos Geodésicos de Orden “A”**

El presente Reglamento deberá aplicarse a los trabajos de establecimiento del sistema geodésico continental básico de referencia, a los estudios de deformación local de la corteza terrestre y a los trabajos que requieran una precisión no superior a 6,00 mm. (INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL, 2015)



#### 2.2.25.2. **Puntos Geodésicos de Orden “B”**

Esta orden tiene por objeto sellar los estudios del sistema geodésico nacional de referencia, que necesariamente está conectado a la red central; trabajos de ingeniería de alta precisión, así como geodinámica y trabajos que requieran una precisión no mayor a 8,00 mm. (INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL, 2015)

#### 2.2.25.3. **Puntos Geodésicos de Orden “C”**

Esta orden deberá destinarse al establecimiento de controles adicionales en zonas urbanas y rurales, para apoyar el desarrollo de proyectos de ingeniería básica y desarrollo urbano-rural, así como a trabajos que requieran precisión en un nivel máximo de 10,00 mm. (INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL, 2015)

### 2.3 **Hipótesis**

#### 2.3.1. **Hipótesis General**

El levantamiento topográfico con RPAS será menos costoso, se realizará en un menor tiempo y más preciso que el levantamiento topográfico con estación total en la obtención de los datos topográficos en la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco – 2023.

#### 2.3.2. **Hipótesis Específicas**

##### ***Hipótesis Específica N°01***

El costo de inversión para del levantamiento topográfico con RPAS es menor que el costo de inversión del levantamiento topográfico con estación total para la obtención de los datos topográficos en la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco - 2023.

##### ***Hipótesis Específica N°02***

El tiempo de ejecución del levantamiento topográfico con RPAS es menor que el tiempo de ejecución del levantamiento topográfico con estación total para la obtención de los datos topográficos en la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco - 2023.



### *Hipótesis Específica N°03*

La precisión del levantamiento topográfico con RPAS y el levantamiento topográfico con estación total será en un porcentaje muy ligero cuando se lleve la obtención de los datos topográficos en la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco - 2023.

#### **2.4 Variables**

##### **2.4.1. Identificación de Variables, Dimensiones e Indicadores**

###### **Variables independientes**

RPAS y con estación total

###### **Indicadores de variables independientes**

- Equipo de topografía

###### **Variable dependiente**

Análisis topográfico en la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco.

###### **Indicadores de variables dependientes**

- Costo del proyecto
- Tiempo de captura de datos
- Precisión de las mediciones



## 2.4.2. Operacionalización de Variables

**Tabla 4.** Cuadro de operacionalización de variables.

VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN
Variable Independiente	Levantamiento topográfico con RPAS y levantamiento topográfico con Estación Total	Equipos Topográficos	Drones	Metros (m)
			Estación total	Metros (m)
Variable Dependiente	Análisis topográfico de la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco	Precisión en las mediciones	Error Absoluto	Metros (m)
			Error Relativo	Metros (m)
			Coefficiente de correlación	Porcentaje (%)
		Tiempo de obtención de datos	Tiempo de vuelo	Minutos (min)
			Tiempo de configuración	Horas (h)
			Tiempo de calibración	Horas (h)
Costo en obtención de datos	Costo	Soles (S/.)		

Fuente: Tabla elaborada de manera propia.

## 2.5 Definición de Términos

### - Catastro

El catastro es conocido como un inventario público y detallado de bienes inmuebles, ya sean urbanos, rurales o con características especiales dentro de un país. Este registro incluye información gráfica y alfanumérica que describe la extensión, el valor, la propiedad y otros aspectos relacionados con el uso y la ocupación de la tierra en un área determinada (SUNARP; SNCP, s.f.).

### - SUNARP

La superintendencia nacional de los registros públicos (SUNARP) es una institución descentralizada y autónoma dentro del sector justicia, designada como la entidad principal de la institución en mención. Su principal responsabilidad es desarrollar normativas técnico-administrativas y políticas para los registros públicos (Ley 26366, 1994).



- Funciones de la SUNARP

La SUNARP tiene la responsabilidad de planear, establecer, coordinar, regir, regular e inspeccionar la registración y divulgación de los eventos y acuerdos en los registros públicos que forman parte del sistema nacional. Además, la entidad se encarga de las actividades vinculadas a la comunicación tanto interna como externa como también de administrar la imagen corporativa e institucional. Asimismo, cuenta con la autoridad para fiscalizar el apropiado uso de los recursos provenientes de los acuerdos con instituciones públicas y privadas tanto nacionales como internacionales; pudiendo emplear servicios no personales de terceros o formalizar contratos laborales que contribuyan al logro de sus propósitos o que mejoren la eficacia en el desarrollo de sus funciones (Ley 26366, 1994).

- Base de datos catastral

Se refiere al almacenamiento de información catastral en sistemas de aplicación que permite el acceso y compartición de datos con usuarios y aplicaciones. Esta se crea mediante el uso de tecnología y equipos especializados en un momento y lugar específicos (SUNARP; SNCP, s.f.).

- Actualización catastral

La actualización catastral es un proceso que implica la identificación, incorporación o corrección de cambios y variaciones en la información catastral para mantenerla en concordancia con la realidad actual (SUNARP; SNCP, s.f.).

- Software Modelado 3D

El software de modelado 3D, una aplicación informática esencial, posibilita la creación de representaciones matemáticas de objetos tridimensionales en dispositivos computacionales. Estos modelos 3D encuentran aplicaciones en diversas industrias, incluyendo el desarrollo de productos, el cine, los videojuegos, la construcción y la investigación científica. Estas herramientas permiten a los profesionales visualizar, simular y renderizar diseños gráficos en un espacio tridimensional, brindando la capacidad de explorar y refinar conceptos antes de llevarlos a la realidad física (Autodesk, 2023).

- Rendimiento

Se define como la relación entre el producto o resultado que se obtuvo y los recursos empleados (Real Academia Española, 2021).

- Costo Hora-Hombre

Es crucial determinar el rendimiento por hora en las categorías de los trabajadores para calcular el costo de la hora hombre, dado que los salarios difieren entre operarios, ayudantes y peones (Padilla, 2016).



- RPA (Remotely Piloted Aircraft)

Un RPA es una aeronave que es controlada por un piloto a control remoto desde una estación externa de la propia aeronave, ya sea en tierra, en un barco, en otra aeronave o incluso en el espacio.

- RTK (Real Time Kinematic)

RTK es una técnica utilizada para mejorar la precisión de los receptores GNSS autónomos. Los receptores GNSS tradicionales, como los de los teléfonos inteligentes, sólo pueden determinar la posición con una precisión de 2 a 4 metros (Emlid, s.f.).

- GNSS (Global Navigation Satellite System)

Este concepto combina varios sistemas como GPS, Glonass, Galileo o Compass, entre otros, y permite un posicionamiento muy preciso a partir de las señales emitidas por estos satélites con diversas aplicaciones como geoinformación o la investigación geocientífica. Estos sistemas de posicionamiento global son sistemas de navegación pasiva basados en emisiones de radiofrecuencia procedentes de satélites transmisores que proporcionan referencia espacio-temporal independientemente de las condiciones atmosféricas en un momento determinado, todo ello en cualquier punto de la tierra y de forma continua (IBIZA, s.f.).

- UAS (Unmanned Aircraft System)

Es un sistema de posicionamiento de naves (Dron) muy similar al UAV refiriéndose normalmente a un vehículo aéreo no tripulado con la capacidad de poder volar sin contar con un piloto, ya que cuenta con un sistema de piloto autónomo (WANG Jian & SONG Houbing, 2021).

- MDE (Modelo digital de elevaciones)

Es un software que se encarga de representar visualmente las ortofotos respecto a la variación de alturas con referencia al nivel del mar se apoya de las matemáticas para darte los relieves (curvas de nivel) y otros elementos que se puedan apreciar que estén presentes en la data. (Felicísimo, 2021).

- T – Student

Es una distribución probabilística el cual sirve para poder calcular la media de una población con distribución normal, cuando el tamaño de la muestra suele ser pequeño (Sandoval Vargas, 2011).

- Structure From Motion (SFM)

Es un método de levantamiento fotogramétrico de forma automática, de alta resolución y bajo costo en relación a otro tipo de métodos, el cual se basa principalmente en fotogrametría estereoscópica clásica (Jover y otros, 2016).



- Agisoft

Agisoft PhotoScan es un software de fotometría con una generación de forma automática para relieves poligonales que estén georreferenciados; este software se especializa en el procesamiento de imágenes (Kharuf Gutierrez, 2018).

- UAV

Es un sistema de posicionamiento de naves (dron) refiriéndose normalmente a un vehículo aéreo no tripulado con la capacidad de poder volar sin contar con un piloto, ya que cuenta con un sistema de piloto autónomo (WANG Jian & SONG Houbing, 2021).

- Sistema de Coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator)

Se basa en un modelo elipsoide de la tierra (el elipsoide de referencia internacional de Hayford) normalmente utilizado desde su aparición, hoy es sustituido por el elipsoide WGS84 para ser compatible este sistema con el sistema de posicionamiento global GPS (Ibañez Asensio y otros, 2011).

- BM (Banco de Nivel o Banco de Muestra)

Banco nivelado es un punto permanente sobre el terreno de origen natural o artificial cuya altura se conoce. Para tener un punto de referencia y control para obtener la elevación del terreno, se selecciona o construye un punto fijo, importante e inmutable en una ubicación conveniente. La altura se determina respecto de otros puntos conocidos, o uno de ellos es fijo según sea el caso (Civil.Org, 2021).

## CAPÍTULO 3: **Método**

### 3.1 Alcance del Estudio

De acuerdo con la definición de (Hernández Sampieri y otros, 2014), nuestra investigación se clasifica en un nivel descriptivo, ya que tiene como objetivo evaluar la obtención de datos del levantamiento topográfico con RPAS y estación total a través de una descripción detallada de las circunstancias geográficas y temporales, así como de los procedimientos empleados. Esto incluye la acción de reconocer el campo, ubicar los puntos de control, realizar las mediciones, recolectar los datos y el análisis estadístico, culminando en la presentación de resultados concluyentes.



### 3.2 Diseño de la investigación

#### 3.2.1. Diseño metodológico

El diseño utilizado en este estudio es de carácter experimental y aplicado. Este estudio se clasifica como de tipo aplicada, por lo que es conocida como la investigación de tipo constructivo que se enfoca en manejar los conocimientos de forma práctica en una situación definida o concreta con la finalidad de conseguir resultados que conlleven a soluciones (Hernández Sampieri y otros, 2014).

#### 3.2.2. Diseño de Ingeniería

Esta etapa permite evaluar los datos obtenidos de las distintas pruebas realizadas e interpretar cada resultado.

### 3.3 Población

Un estudio no será mejor porque tenga una población más grande; La calidad del trabajo investigativo radica en una clara delimitación de la población a partir de la formulación del problema (Hernández Sampieri y otros, 2014).

En base al planteamiento del problema, se ha definido que la población de estudio será el distrito Oropesa, provincia de Quispicanchis en la ciudad de Cusco, y comprende un área de 23.55 hectáreas y un perímetro de 2.18 kilómetros.

### 3.4 Muestra

La muestra se centrará en la avp José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, el cual pertenece a la provincia de Quispicanchis en la ciudad de Cusco. Este sector del distrito de Oropesa no cuenta con un levantamiento topográfico, es por ello que se realizan comparaciones de los diferentes métodos de levantamiento topográfico con RPAS y estación total que nos ayudarán a determinar el costo, tiempo y precisión.

#### 3.4.1. Descripción y cuantificación de la muestra

El área de estudio no cuenta con un plano catastral según la entidad municipal y ningún lote posee un título de propiedad; la gran parte de esta zona poblada solo cuenta con constancias de posesión ya que es una zona urbana y en desarrollo.

De acuerdo a la población de estudio se tiene una muestra que consta de un área de 23.55 hectáreas, que también está comprendida en 26 manzanas divididas en 431 lotes que se



encuentra dentro de la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, provincia de Quispicanchis, departamento de Cusco

#### 3.4.2. Método de muestreo

Muestra no probabilística o dirigida, es decir, un subgrupo de la población cuya selección de elementos no depende de la probabilidad sino de las características del estudio (Hernández Sampieri y otros, 2014).

Esta investigación pertenece a un tipo de muestra NO PROBABILÍSTICO, puesto que no depende de la probabilidad sino de un muestreo por conveniencia y/o intencional.

#### 3.4.3. Criterios de evaluación de la muestra

- Se ejecuta la monumentación de 03 puntos geodésicos de orden “C” de acuerdo a la normativa del Instituto Geográfico Nacional (IGN), lo cual nos permite geolocalizar la zona de estudio, así como también se realiza la monumentación de 04 BM’s para la ejecución de los controles al momento de hacer el levantamiento topográfico con estación total.
- Se procede a elaborar el plan de vuelo con el Dron Mavic 3 Enterprise (3E) para obtener las diferentes fotografías en los diferentes tipos de ángulos y diferentes alturas que se requieren para el análisis comparativo el cual serán procesados y se generan ortofotos con el software Pix4D, lo que posteriormente realizamos la digitalización del plano catastral para luego realizar las comparativas entre ambos levantamientos topográficos entre RPAS y Estación total.
- La apv José Carlos Mariátegui actualmente no cuenta con un catastro existente y registrado por parte de la entidad municipal del distrito de Oropesa, lo que dificulta la comparación entre ambos métodos de estudio.
- Esta muestra se evalúa en función a los diferentes predios de forma individual mediante la comparación de áreas descritas en las constancias de posesión y los datos procesados por el presente estudio, de esa manera se puede determinar los costos, tiempos y la precisión de ambos métodos topográficos.

#### 3.4.4. Criterios de inclusión

Se consideran los siguientes criterios de inclusión:

- Los lotes de vivienda que están ubicados dentro de la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa.



- La visibilidad de los lotes y/o predios en la ortofoto generada por el software Pix4D debe ser clara para la realización del dibujo y toma de datos, como longitudes por cada lote y que estas puedan ajustarse a no tener errores en cuanto al levantamiento con estación total.

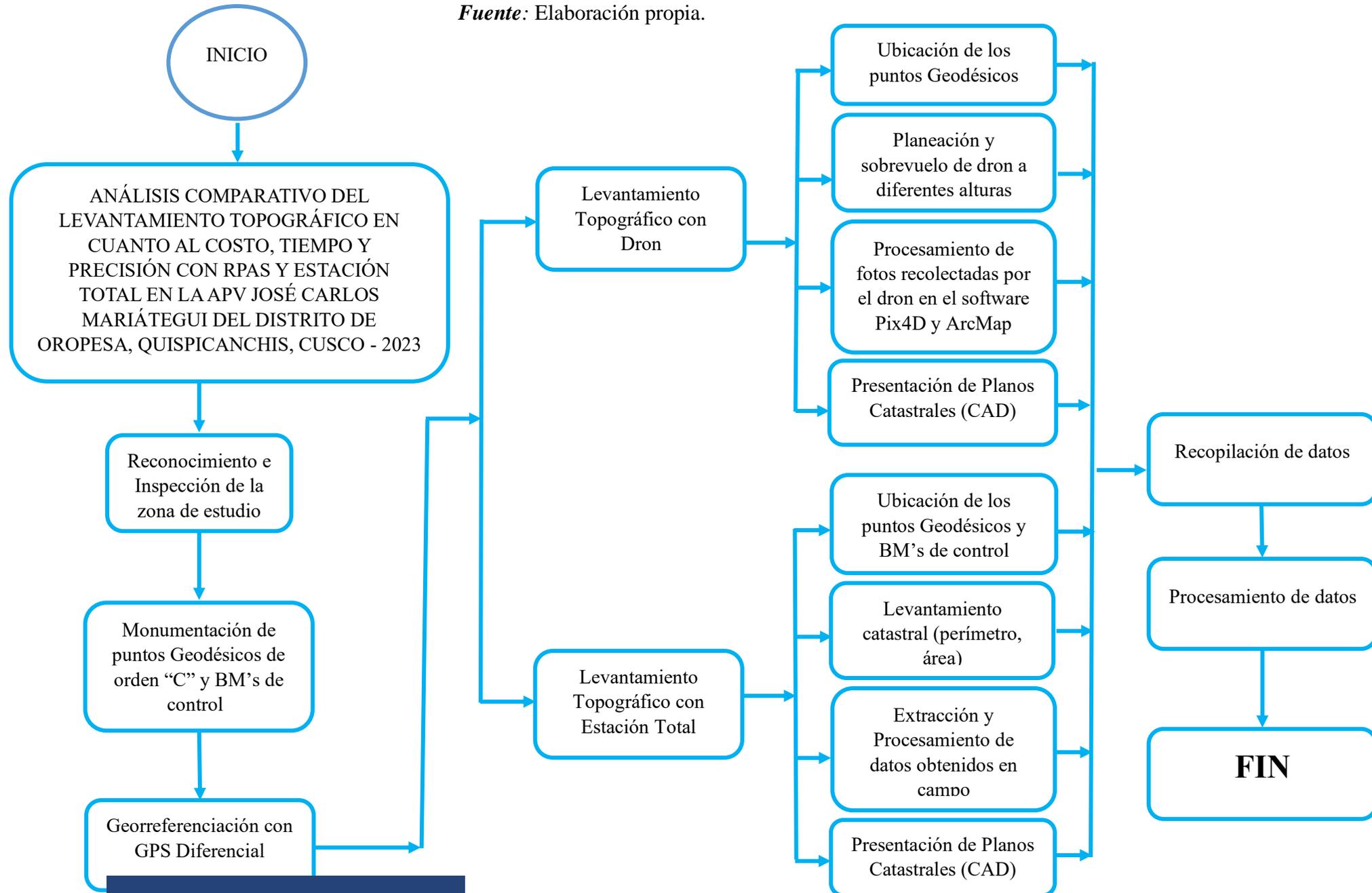
### **3.5 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos**

#### **3.5.1. Instrumentos metodológicos o Instrumentos de recolección de datos**

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizan fichas técnicas para recolectar datos, para recabar la información necesaria del levantamiento topográfico con estación total y el levantamiento por medio de drones.



Fuente: Elaboración propia.





3.5.2. **Fichas de observación**

3.5.2.1. **Fichas de Observación para georreferenciación de puntos geodésicos con GPS Diferencial**

**Tabla 5.** Fichas de observación para georreferenciación de puntos geodésicos con GPS diferencial.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
TITULO:		"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN CUANTO AL COSTO, TIEMPO Y PRECISIÓN CON RPAS Y ESTACIÓN TOTAL EN LA APV JOSÉ CARLOS MARIÁ TEGUI DEL DISTRITO DE OROPESA, QUISPICANCHIS, CUSCO - 2023"					
TESISTAS:		Bach. Hector Tomasino Castillo Arce Bach. Gregory Jordi Jauregui Hurtado					
Lugar:				Fecha:			
GEOLOCALIZACIÓN DE PUNTOS GEODESICOS CON GPS DIFERENCIAL							
NOMBRE DEL PROYECTO:							
AREA DE ESTUDIO (Ha.)							
CLIMA							
SOLEADO		NORMAL		NUBLADO		OTROS	
CALIBRACIÓN							
				SI		NO	
CROQUIS							
							
HORA DE INICIO				HORA DE INICIO			
PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION	HORA		DESCRIPCIÓN	
				INICIO	FINAL	NOMBRE DEL PUNTO	N° SATELITES
DESCRIPCIÓN DE CAMPO							
<div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>							

**Fuente:** Elaboración propia.







### 3.5.3. Instrumentos de ingeniería

En este estudio se hicieron uso de técnicas específicas relacionadas con el método del polígono cerrado y el método de radiación, aplicados en el levantamiento topográfico tradicional con estación total. En cuanto al levantamiento topográfico con RPAS, se realizaron capturas de fotografías digitales para su posterior procesamiento.

#### 3.5.3.1. Instrumentos para el Levantamiento con Estación Total

- **Estación total:** Dispositivo de levantamiento basado en óptica, compuesto por elementos electrónicos, que facilita la ejecución de operaciones matemáticas para alcanzar la precisa determinación de ángulos en el plano horizontal, ángulos en el plano vertical y la distancia desde la ubicación del dispositivo hasta un punto predefinido a cierta longitud.

**Figura 8.** Estación total.



**Fuente:** Elaboración propia.

- **Trípode:** Plataforma para una variedad de dispositivos de medición, incluyendo teodolitos, niveles, estaciones totales y tránsito. Está equipado con tres patas fabricadas en madera o metal que son ajustables en longitud y que finalizan en extremos de hierro con bases estabilizadoras diseñadas para apoyarse y fijarse en el terreno.



**Figura 9.** *Trípode.*



**Fuente:** Elaboración propia.

- **Radios Motorola:** Transmisores y receptores portátiles de radio que ofrecen un alcance de hasta 35 millas para comunicación inalámbrica.

**Figura 10.** *Radios de comunicación.*



**Fuente:** Imagen extraída de Google Chrome.

- **Software AutoCAD Civil 3D:** Software integral que se utiliza para el diseño y la elaboración de documentación detallada en proyectos de infraestructura civil.



**Figura 11.** *Software AutoCAD Civil 3D.*



*Fuente:* Elaboración propia.

### 3.5.3.2. Instrumentos para el Levantamiento con RPAS

- **RPAS:** Conjunto de componentes configurables que comprenden una aeronave que se controla a distancia.

**Figura 12.** *DJI Mavic 3 Enterprise (3E).*



*Fuente:* Elaboración propia.

- **Pix4D:** Software autónomo que lleva a cabo el proceso de fotografía de imágenes digitales, generando datos en el espacio de tipo tridimensional para posteriormente utilizarlos en sistemas de información geográfica (SIG), documentación de patrimonio cultural, producir efectos visuales y mediciones indirectas de objetos de diversas escalas.



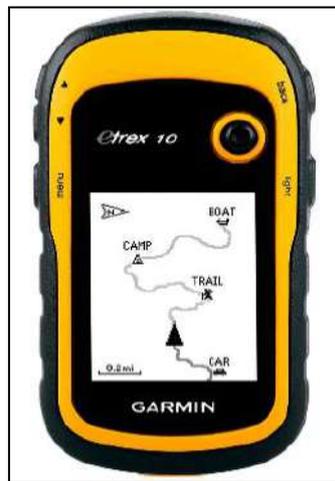
**Figura 13.** *Software Pix4D.*



**Fuente:** Elaboración propia.

- **GPS (Sistema de Posicionamiento Global):** Es el sistema de radionavegación basado en el espacio, brinda de forma continua y gratuita servicios confiables de posicionamiento, navegación y cronometraje a usuarios civiles en todo el mundo. El sistema proporcionará la ubicación y la hora exacta a cualquier persona con un receptor GPS.

**Figura 14.** *GPS.*



**Fuente:** Imagen extraída de Google Chrome.

### 3.5.3.3. Instrumentos para el Levantamiento con GPS Diferencial

- **GPS DIFERENCIAL:** El receptor móvil recibe directamente señales del sistema GPS y utiliza correcciones utilizadas por estaciones base (otros receptores) ubicadas en puntos conocidos para aumentar la precisión de sus mediciones. La estación base calcula la corrección adecuada comparando la posición informada por su receptor con la posición real que conoce y la transmite por radio al receptor móvil (rover). (IGN, 2018)

*Figura 15. GPS DIFERENCIAL.*



*Fuente:* Elaboración propia.

- **PLACAS DE BRONCE:** Se fabricarán 03 placas de bronce para realizar la monumentación de los puntos geodésicos de orden “C”, así como también se fabricarán 04 placas de bronce que serán tomados como BM’s para así tener una correcta geolocalización que servirán de apoyo para futuros replantes del mismo o diferentes proyectos que se puedan realizar en la misma área de estudio.

*Figura 16. Placas de bronce.*



*Fuente:* Elaboración propia.

### 3.6 Validez y confiabilidad de Instrumentos

La validación implica la entrega de documentos, tales como la constancia en la cual se observe la calibración de los instrumentos topográficos como la estación total y el GPS. En relación con la aeronave RPAS, se suministrará una ficha de registro emitida por el proveedor de la marca junto con un documento donde se detallen las especificaciones técnicas.



Además, se sigue una estrategia de trabajo adecuada junto con el equipo técnico especialista en topografía, y se contará con un operador experto en el manejo de drones RPAS.

### 3.6.1. Procedimiento realizado para la recolección de datos

#### 3.6.1.1. Equipos utilizados

- 01 GPS diferencial Reach RS2
- 01 Rover Reach RS2
- 01 dron MJI Mavic 3 Enterprise
- 01 estación total Topcom OS05
- 01 laptop ASUS
- 02 bastón de prisma
- 02 prisma
- 01 trípode
- 01 pico
- 01 pala
- 01 barreta
- 01 flexómetro
- 01 badilejo
- 01 nivel de mano

### 3.6.2. Procedimiento para georreferenciación de puntos geodésicos

*Figura 17. Excavación para realizar la monumentación.*



*Fuente:* Elaboración propia.



*NOTA:* Se realiza la excavación para ejecutar el vaciado y/o monumentación de los diferentes puntos geodésicos de orden “C” según la norma técnica geodésica del IGN; como primer paso se tuvo que realizar la excavación para monumentar y vaciar el punto geodésico de orden “C”, el cual sirve para georreferenciar la zona de estudio junto con otros 3 puntos geodésicos. Dentro de las características que se hicieron para el punto geodésico de orden “C”, se tiene:

- Forma rectangular
- Base cuadrada de 40 cm de lado
- Profundidad según el terreno (no menor de 60cm)
- Colocación de dos fierros corrugados de ½”

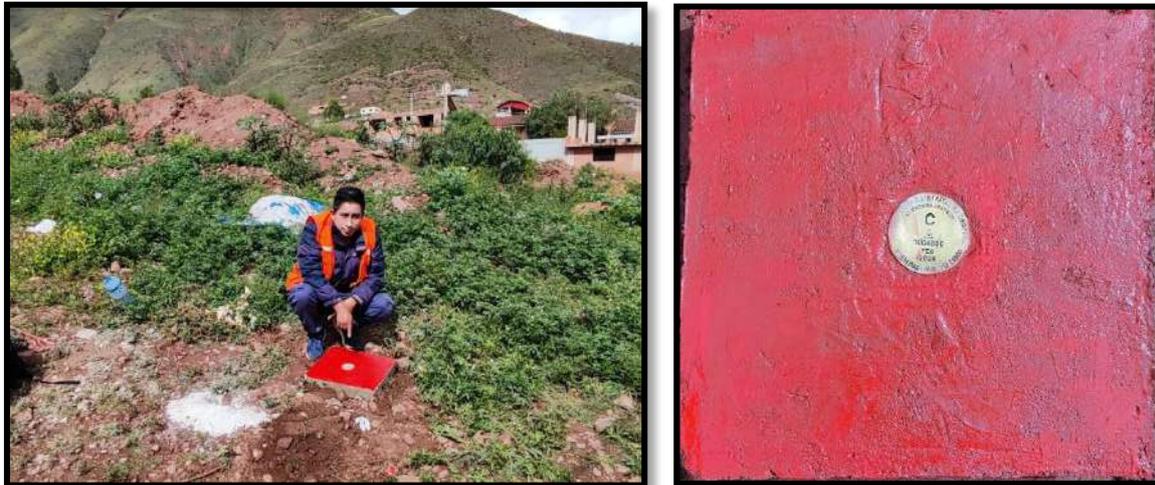
*Figura 18.* Excavación según dimensiones del IGN.



*Fuente:* Elaboración propia.

*NOTA:* Una vez realizada las excavaciones según las dimensiones indicadas en el IGN para puntos geodésicos de orden “C” se procede a realizar el vaciado de concreto de los 03 puntos geodésicos que se requieren para realizar el estudio en mención.

*Figura 19. Pintado de puntos geodésicos.*



*Fuente:* Elaboración propia.

*NOTA:* Se realiza el pintado de los 03 puntos geodésicos en los diferentes lugares que se optó para geolocalizar la zona de estudio

### 3.6.3. Procedimiento para realizar la georreferenciación con GPS Diferencial

*Figura 20. Georreferenciación de puntos geodésicos con GPS diferencial.*



*Fuente:* Elaboración propia.

*NOTA:* Se realiza la instalación del trípode para luego colocar y dar lectura a los puntos geodésicos que se requerirán para la georreferenciación de la zona, también mencionar que la

lectura y/o toma de data del punto geodésico es de orden “C” y el tiempo necesario según la norma técnica geodésica es de 03 horas cada una.

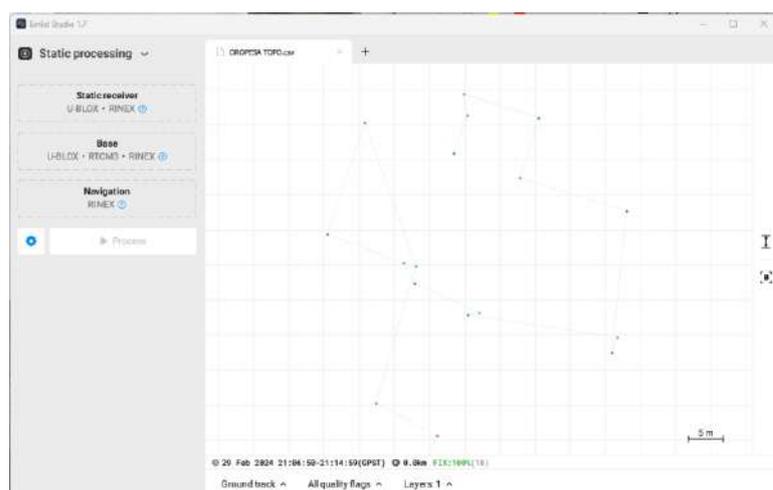
**Figura 21.** Toma de data con GPS diferencial.



Fuente: (EMLID, 2024)

**NOTA:** Luego de haber estacionado y/o posicionado el GPS Diferencial se abre la aplicación del mismo GPS diferencial en un teléfono móvil llamada “Emlid Flow” para recolectar la data requerida por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) en un tiempo de 03 horas por punto geodésico.

**Figura 22.** Procesamiento de datos del GPS diferencial.



Fuente: Elaboración propia.

**NOTA:** Una vez realizada la toma de datos, se procede a procesar la data de los puntos geodésicos para solicitar la certificación del instituto geográfico nacional (IGN)

### 3.6.4. Monumentación de BM's de control

*Figura 23. Monumentación de BM's.*



*Fuente:* Elaboración propia.

*NOTA:* Se realiza el vaciado de 04 BM's de control para realizar los controles al momento de ejecutar el levantamiento topográfico con estación total.

### 3.6.5. Procedimiento de levantamiento con RPAS (dron) y procesamiento

*Figura 24. Planificación para sobrevolar Dron.*



*Fuente:* Elaboración propia.

*NOTA:* Una vez colocado los 03 puntos geodésicos y 04 BM's de control se procede a realizar el levantamiento topográfico con el Dron DJI Mavic 3 Enterprise (3E).



*Figura 25. Fotos tomadas con el dron en la zona de estudio.*

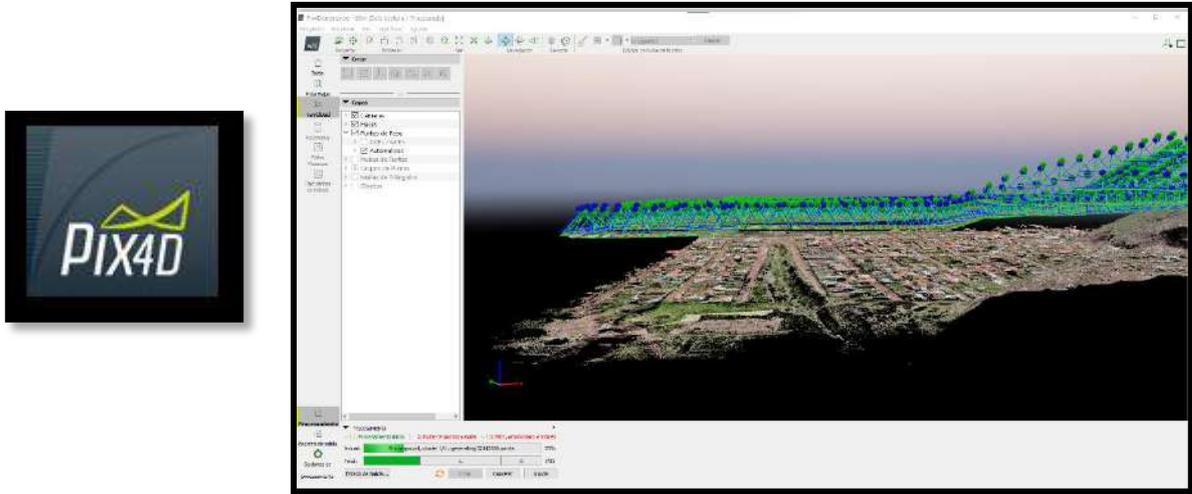


*Fuente:* Elaboración propia.



*NOTA:* Se realiza la toma de fotos con el Dron DJI Mavic 3 Enterprise (3E) al instante de sobrevolar la zona de estudio y a la vez se realiza el levantamiento topográfico.

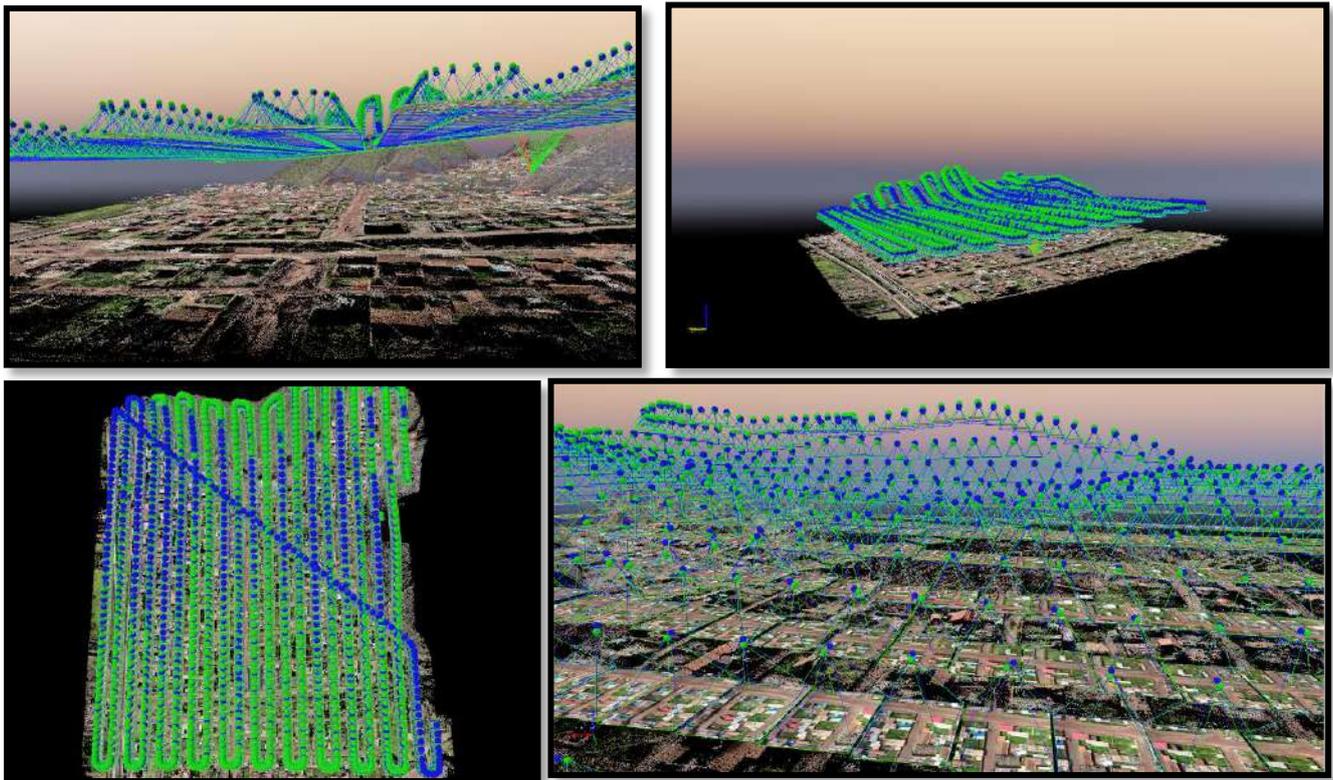
**Figura 26.** Procesamiento de datos con el software Pix4D.



*Fuente:* Elaboración propia.

*NOTA:* Se realiza el procesamiento de datos obtenidos al instante de ejecutar el levantamiento topográfico con dron con el software Pix4D.

**Figura 27.** Proceso de datos con el software Pix4D.

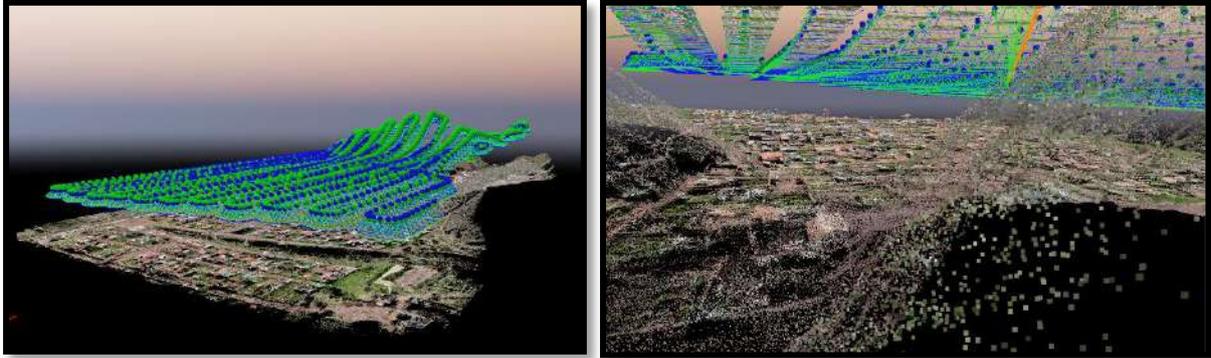


*Fuente:* Elaboración propia.



*NOTA:* Se observa el procesamiento de la nube de puntos obtenidos al realizar el levantamiento topográfico con dron.

**Figura 28.** Proceso de datos con el software Pix4D.



*Fuente:* Elaboración propia.

*NOTA:* Se observa que se continúa realizando el procesamiento de datos con el software Pix4D.

**Figura 29.** Creación de la ortofoto.

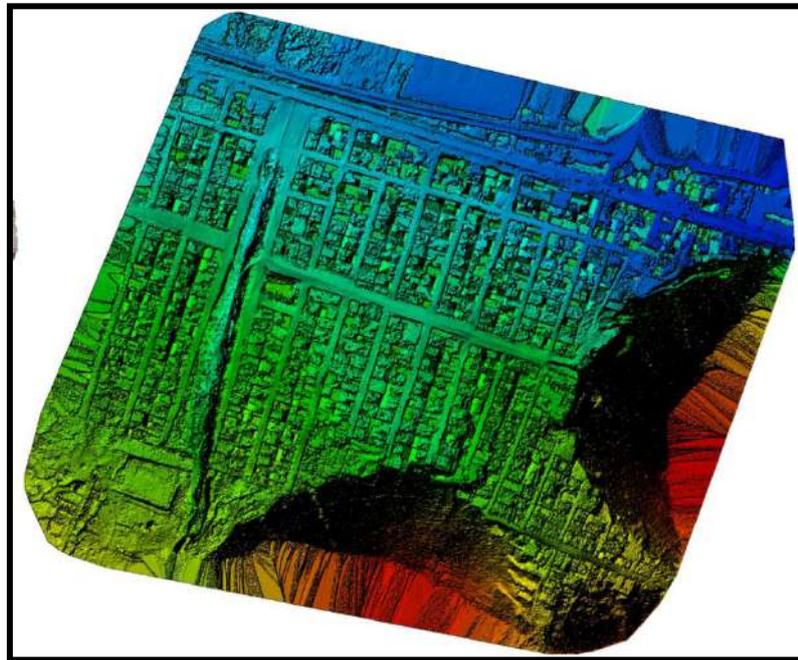


*Fuente:* Elaboración propia.



NOTA: Se observa la creación de la ortofoto por el software Pix4D.

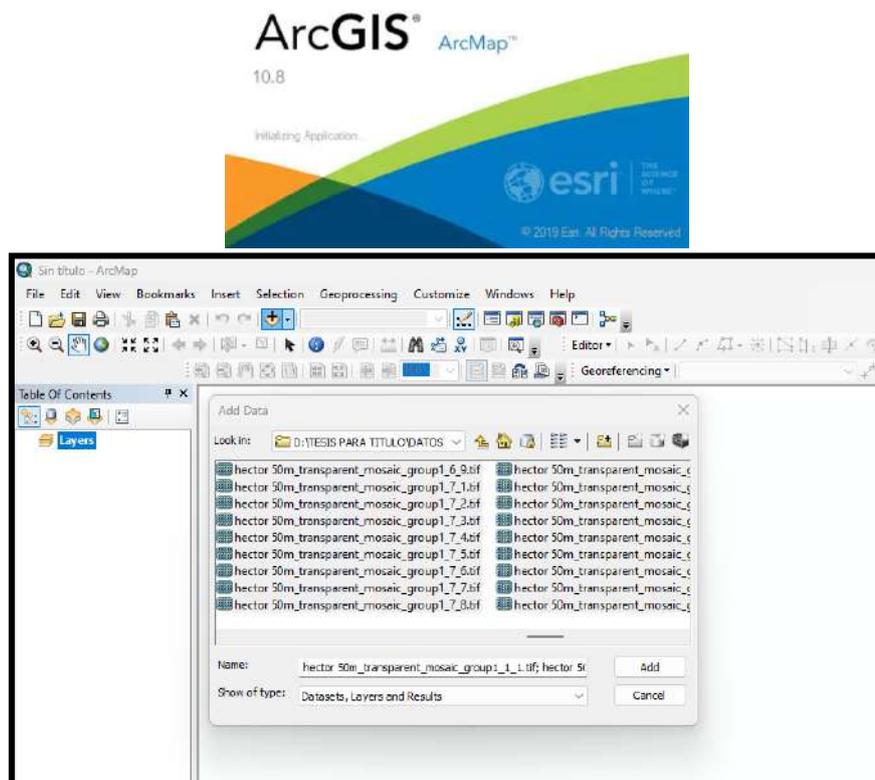
**Figura 30.** Creación del modelo digital.



Fuente: Elaboración propia.

NOTA: Se observa la creación del modelo digital de elevación por el software Pix4D.

**Figura 31.** Software ArcMap.

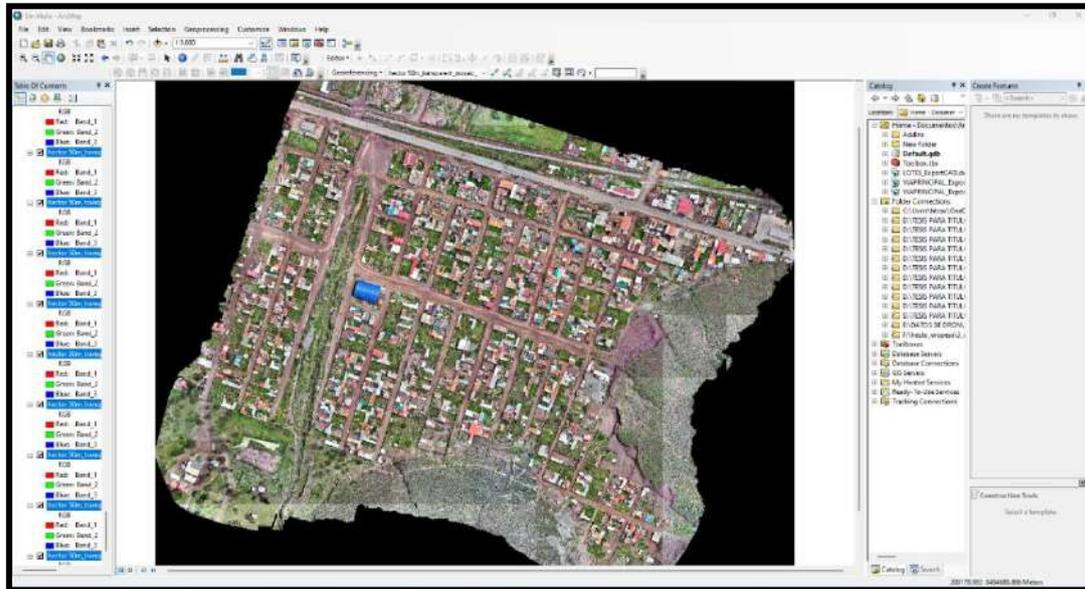


Fuente: Elaboración propia.



NOTA: Se observa la selección de ortofotos generadas por el software Pix4D a una altura de 50m para luego abrir el software ArcMap y dibujar los lotes de la zona de estudio.

Figura 32. Generación de ortofotos en el software ArcMap



Fuente: Elaboración propia.

NOTA: Al seleccionar todas las ortofotos generadas por el software Pix4D se dibujan los lotes que se encuentran en la zona de estudio; de la misma manera se realiza para las diferentes alturas que se realizó el vuelo.

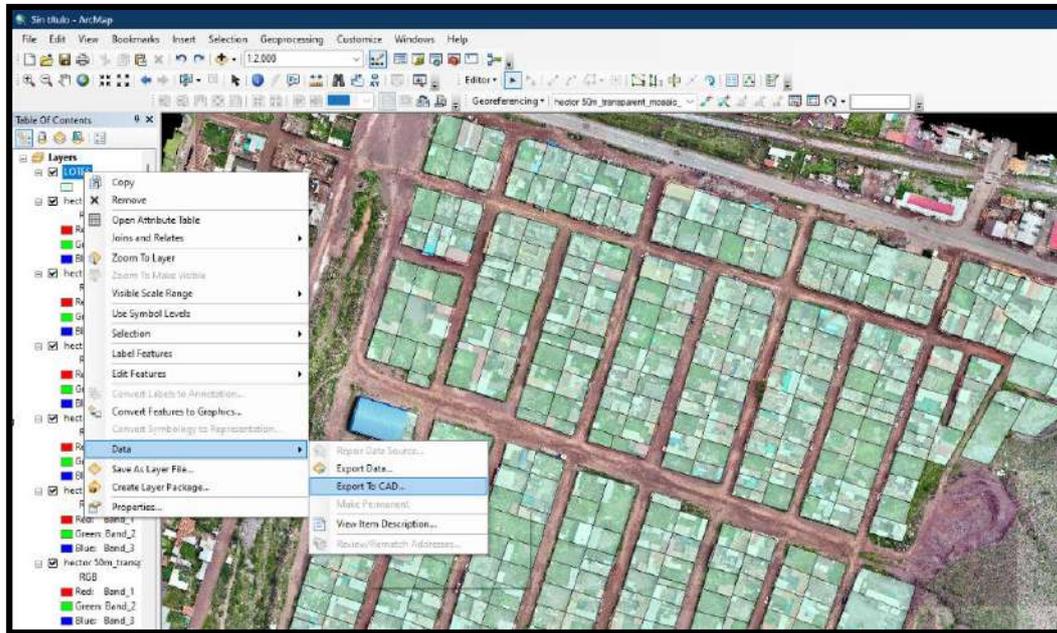
Figura 33. Generación de ortofotos en el software ArcMap



Fuente: Elaboración propia.

NOTA: Se dibujan los diferentes lotes en el software ArcMap denominándose como “LOTES” y luego poder pasar al software Civil 3D para realizar el alineamiento y colocar los puntos georreferenciados.

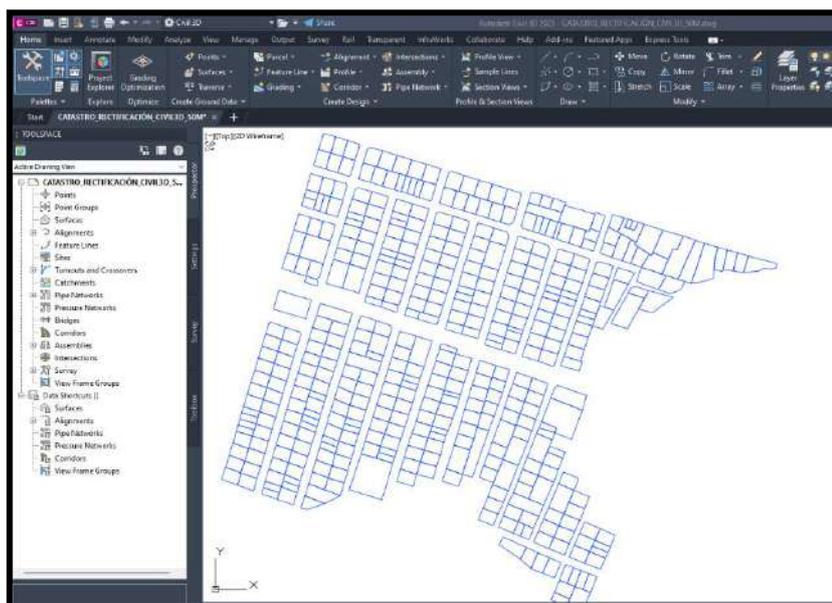
**Figura 34.** Exportación de ArcMap a Civil 3D



Fuente: Elaboración propia.

NOTA: Una vez realizado el dibujo de lotización en el software ArcMap se exportará al software Civil 3D para realizar la alineación respectiva ya que al dibujar en el software ArcMap se dibujó según a la secuencia de lotes que se tiene según las ortofotos generadas.

**Figura 35.** Alineamiento de lotes en el software Civil 3D

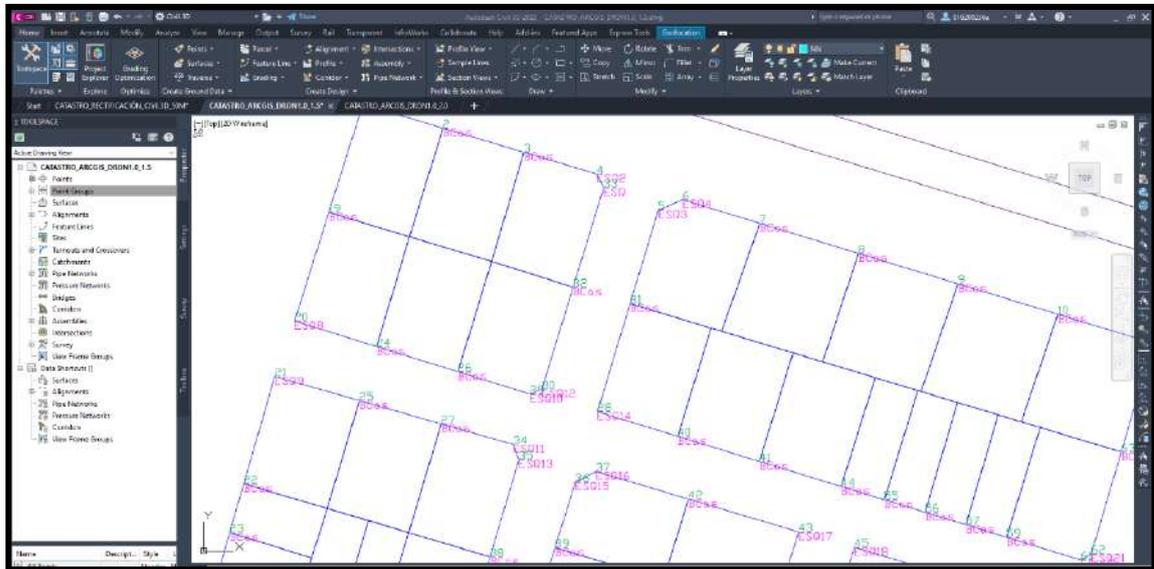


Fuente: Elaboración propia.



*NOTA:* Al abrir el software Civil 3D se realizará el alineamiento de cada manzana ya que al dibujar el software ArcMap no se tuvo una buena alineación ya que cada lote no cumple las tolerancias catastrales.

*Figura 36. Alineamiento de lotes en el software Civil 3D*

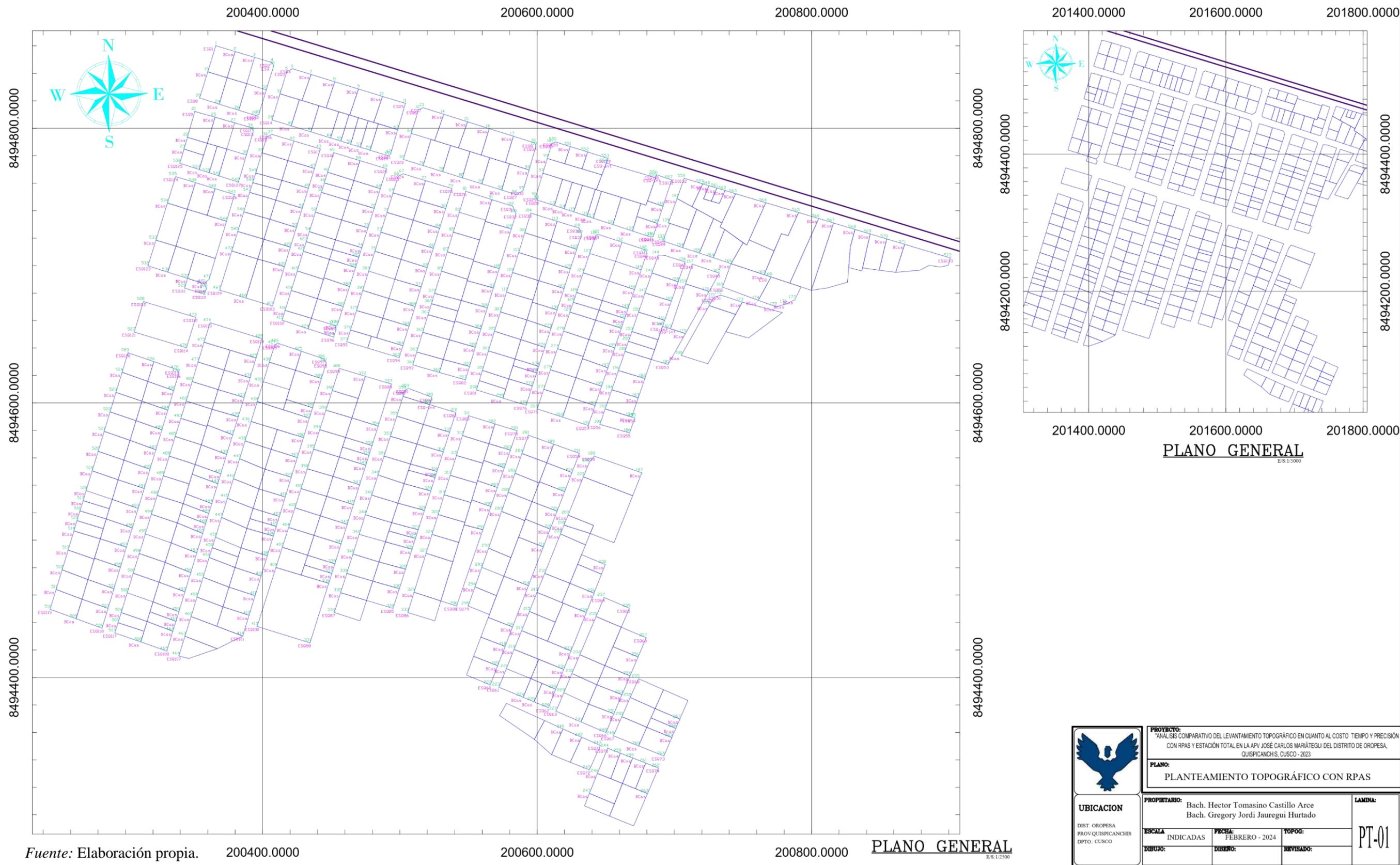


*Fuente:* Elaboración propia.

*NOTA:* Una vez alineada todas las manzanas de la zona de estudio se realiza la creación de coordenadas que nos generaron el vuelo de dron a sus diferentes alturas de vuelo.



Figura 37. Elaboración final para el entregable del plano catastral de la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia.

	<b>PROYECTO:</b> ANÁLISIS COMPARATIVO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN CUANTO AL COSTO, TIEMPO Y PRECISIÓN CON RPAS Y ESTACIÓN TOTAL EN LA APV JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE OROPESA, QUISPICANCHIS, CUSCO - 2023		
	<b>PLANO:</b> PLANTEAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS		
<b>UBICACION</b> DIST. OROPESA PROV. QUISPICANCHIS DPTO. CUSCO	<b>PROPIETARIO:</b> Bach. Hector Tomasino Castillo Arce Bach. Gregory Jordi Jauregui Hurtado	<b>LAMINA:</b>  <b>PT-01</b>	
<b>ESCALA:</b> INDICADAS	<b>FECHA:</b> FEBRERO - 2024	<b>TOPOG:</b>	
<b>DIBUJO:</b>	<b>DISEÑO:</b>	<b>REVISADO:</b>	



### 3.6.6. Procedimiento con estación total

*Figura 38. Levantamiento topográfico con estación total.*



*Fuente:* Elaboración propia.

*NOTA:* Se realiza el levantamiento topográfico con estación total partiendo del PC-01 y levantar la vía principal Cusco – Paucartambo para tener referencia en cuanto al plan topográfico.

*Figura 39. Lectura del punto geodésico con estación total.*



*Fuente:* Elaboración propia.

*NOTA:* Se da lectura al punto geodésico como referencia para realizar un cambio y continuar tomando los datos topográficos con estación total.

*Figura 40. Lectura de los puntos de control o BM con estación total.*



*Fuente:* Elaboración propia.

*NOTA:* Se da lectura a la esquina de un lote, así como también se lectura el punto de control o BM-02 para tener un levantamiento exacto.



*Figura 41. Lectura de límites colindantes de viviendas con estación total.*



*Fuente:* Elaboración propia.

*NOTA:* Se observa que se continúan colocando los distintos puntos de control, así como también se leen los límites colindantes de cada predio.

*Figura 42. Lectura predios con estación total.*



*Fuente:* Elaboración propia.

*NOTA:* Se da lectura a los diferentes predios de la zona de estudio.



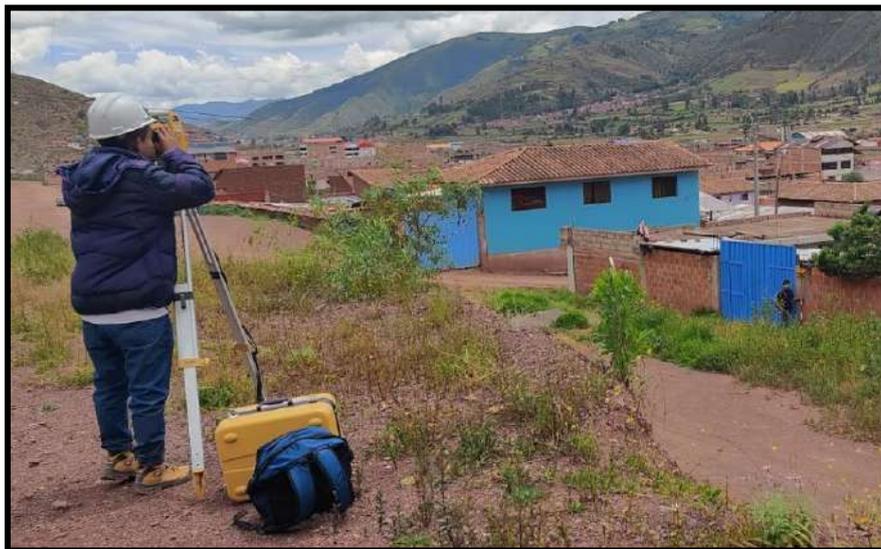
*Figura 43. Lectura de buzones con estación total.*



*Fuente:* Elaboración propia.

*NOTA:* Se da lectura a los buzones existentes que se encuentran en la zona de estudio

*Figura 44. Lectura de buzones con estación total.*

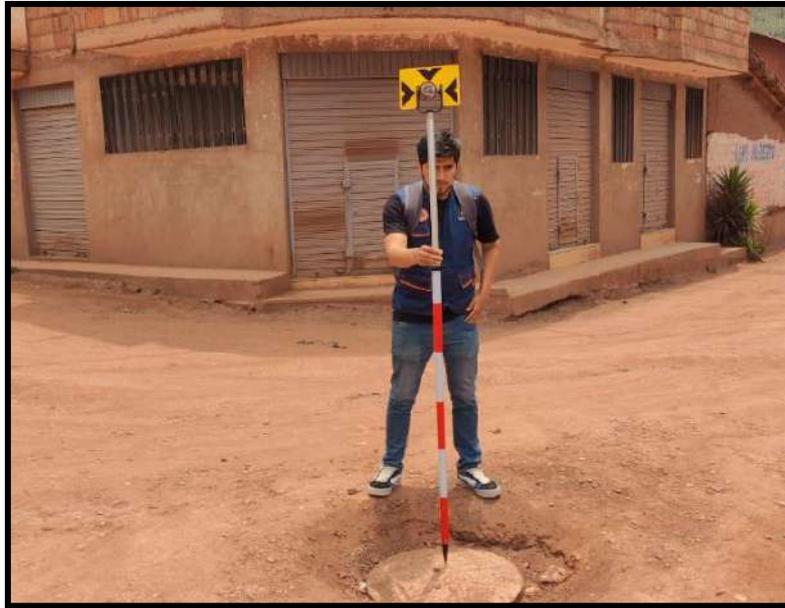


*Fuente:* Elaboración propia.

*NOTA:* Se continúa realizando el levantamiento topográfico en la apv José Carlos Mariátegui que es la zona de estudio.



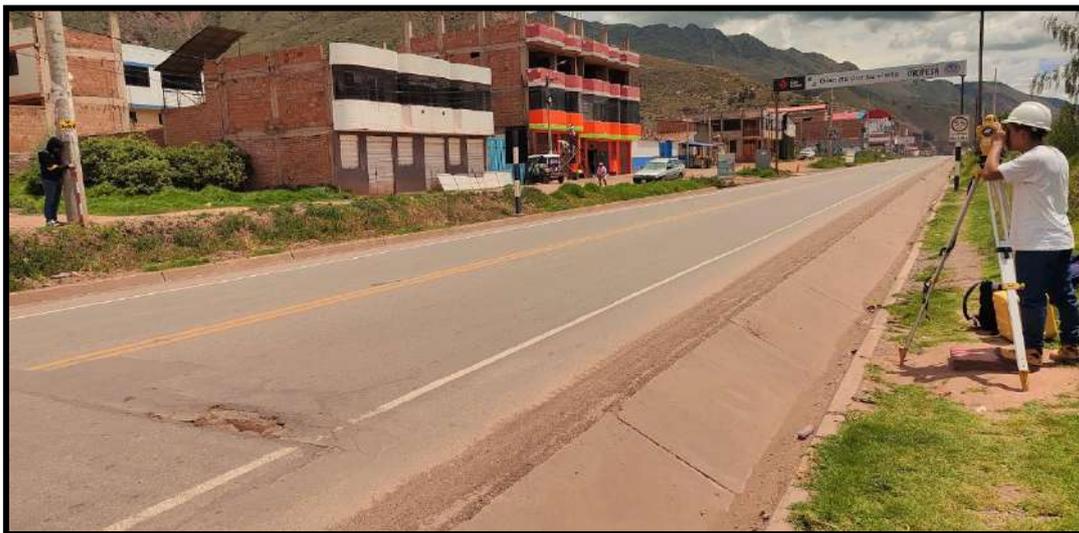
*Figura 45. Lectura de buzones con estación total II.*



*Fuente:* Elaboración propia.

*NOTA:* Se continúa realizando el levantamiento topográfico en la av. José Carlos Mariátegui que es la zona de estudio.

*Figura 46. Lectura puntos a partir de un punto geodésico.*



*Fuente:* Elaboración propia.

*NOTA:* Se realiza el levantamiento topográfico con estación total, tomando en cuenta como punto de cambio y/o amarre uno de los puntos geodésicos y de esa manera dar lectura a todas las viviendas aledañas a la vía principal Cusco - Paucartambo.



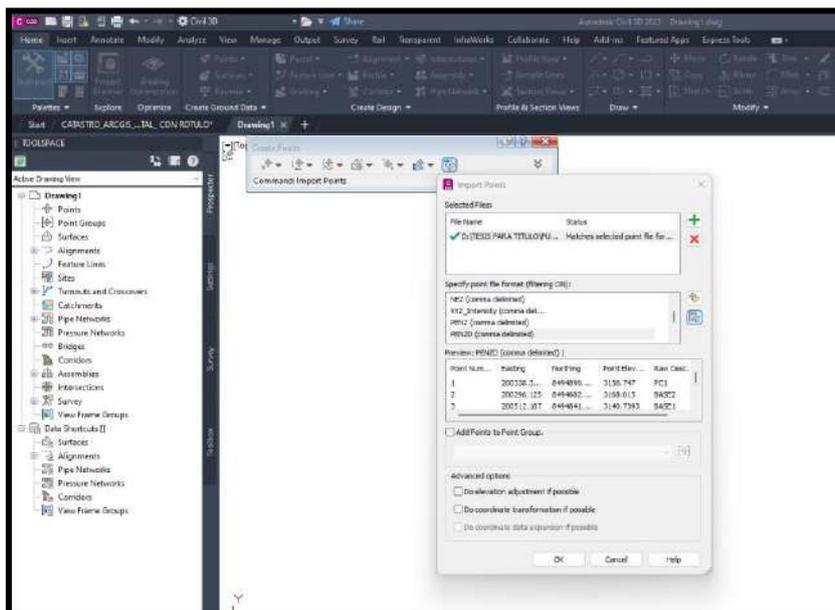
Figura 47. Limpieza de puntos extraídos de estación total.

ID	X	Y	Z	Code
1	200338.3282	8494896.943	3156.747	PC1
2	200296.125	8494682.432	3168.015	BASE2
3	200512.187	8494841.561	3140.7393	BASE1
4	200320.492	8494898.442	3155.252	Bcu
5	200320.363	8494898.244	3154.787	BaCu
6	200320.003	8494897.212	3155.243	BPis
7	200313.248	8494889.908	3155.254	BPis
8	200312.857	8494888.921	3154.75	BaCu
9	200312.777	8494888.673	3155.243	BCu
10	200319.793	8494883.794	3156.285	PsT
11	200321.755	8494883.228	3156.253	PsT
12	200366.11	8494869.48	3155.78	PsT
13	200359.0867	8494866.043	3156.22	BZ
14	200364.018	8494860.146	3156.371	ESQ1
15	200378.35	8494855.961	3156.083	BCas
16	200378.965	8494856.662	3155.952	PLZ
17	200392.846	8494851.638	3155.792	BCas
18	200405.205	8494849.295	3155.737	PLZ
19	200405.427	8494847.769	3155.727	ESQ2
20	200411.282	8494859.976	3154.838	BPis
21	200410.997	8494858.736	3154.858	BCu
22	200411.14	8494858.944	3154.369	BaCu
23	200410.219	8494856.152	3155.71	PsT
24	200413.44	8494849.982	3155.57	BZ

Fuente: Elaboración propia.

NOTA: Se realiza la extracción de puntos una vez culminado el levantamiento topográfico con estación total en formato TXT o CSV y luego procesarlo al software Civil 3D.

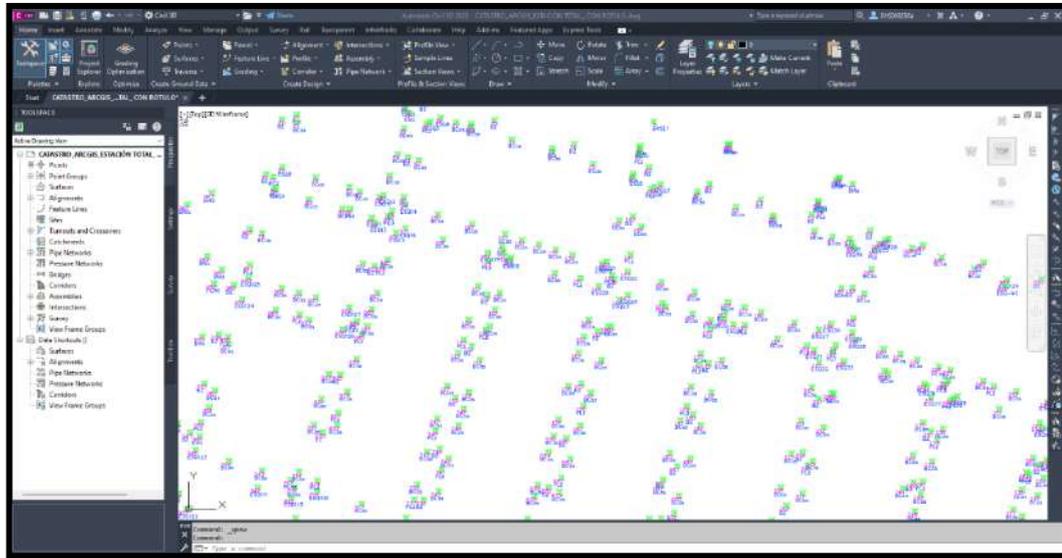
Figura 48. Importación de puntos al software Civil 3D.



Fuente: Elaboración propia.

NOTA: Una vez extraídos los puntos de la estación total, se procede a importar al software Civil 3D y generar capas de cada punto procesado.

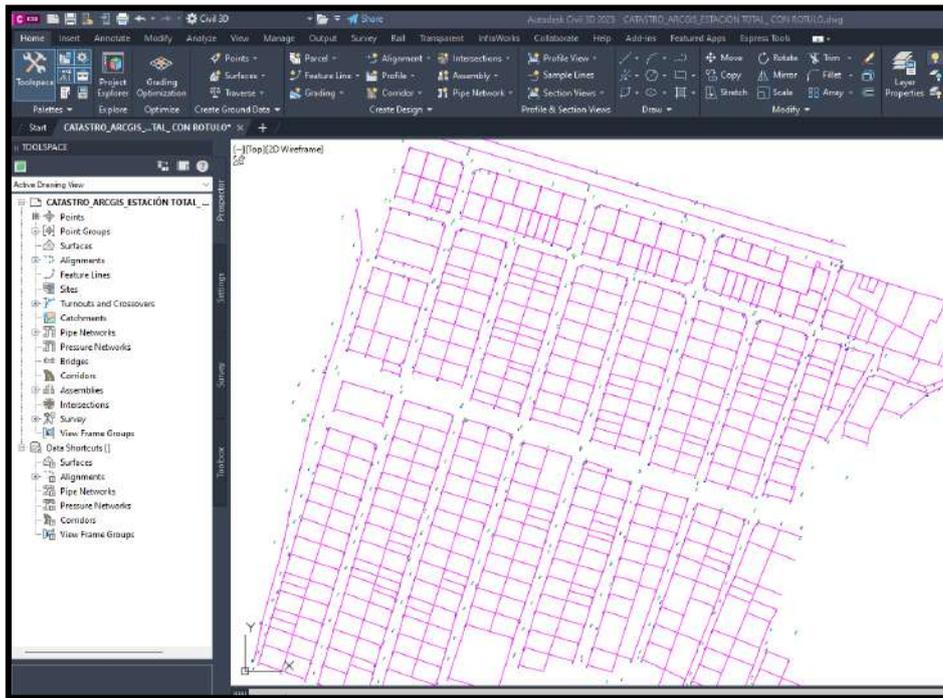
**Figura 49.** Procesamiento de puntos en el software Civil 3D.



*Fuente:* Elaboración propia.

*NOTA:* Una vez procesado los puntos se dibujan los lotes y manzanas en el software Civil 3D.

**Figura 50.** Procesamiento de puntos en el software Civil 3D.

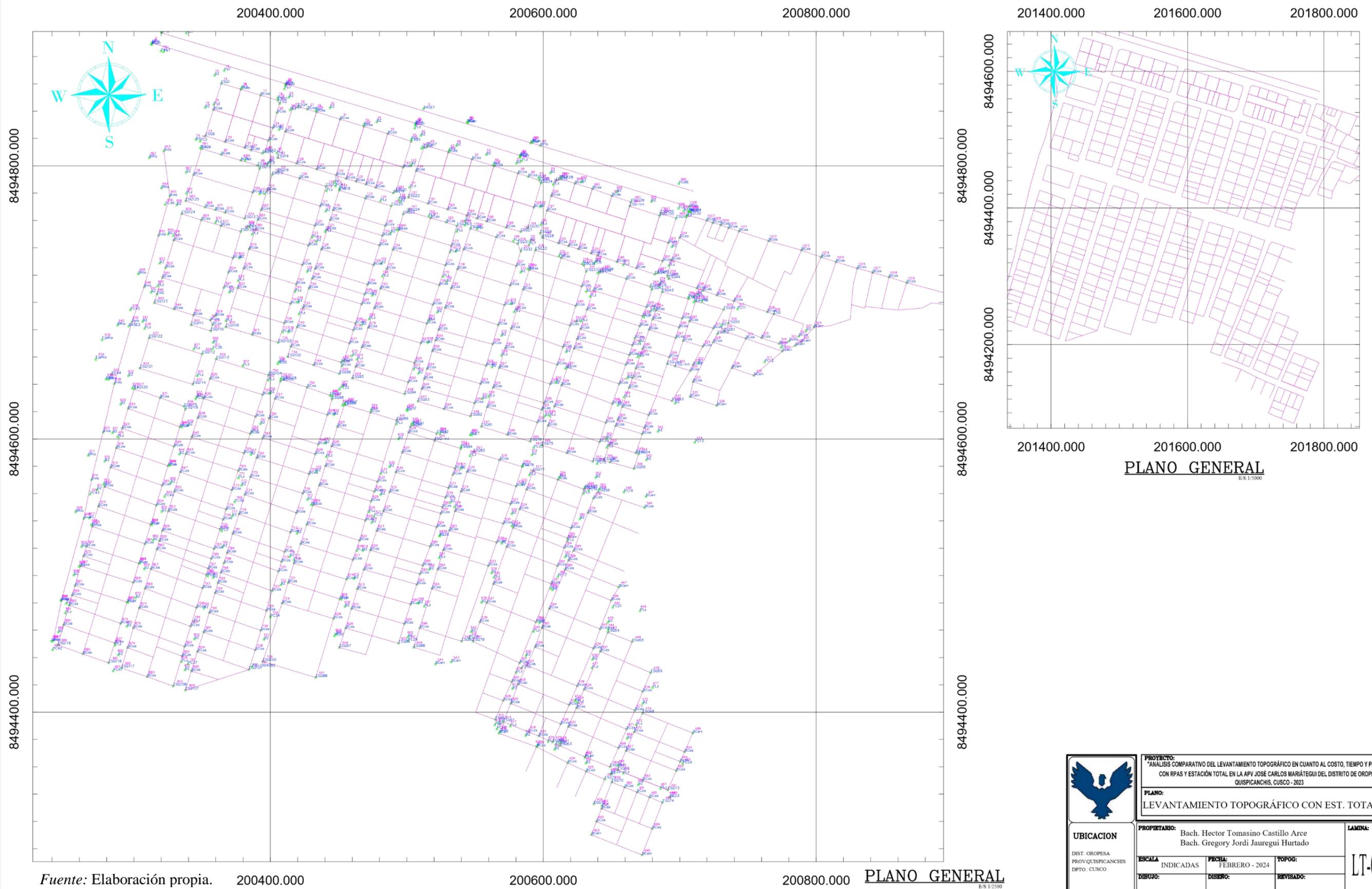


*Fuente:* Elaboración propia.

*NOTA:* En la vista se observa la elaboración final del plano catastral en el software Civil 3D.



Figura 51. Elaboración final para el entregable del plano catastral de la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia.

	<b>PROYECTO:</b> *ANÁLISIS COMPARATIVO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN CUANTO AL COSTO, TIEMPO Y PRECISIÓN CON RPAS Y ESTACIÓN TOTAL EN LA APV JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE OROPESA QUISPICANCHIS, CUSCO - 2023		
	<b>PLANO:</b> LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON EST. TOTAL		
<b>UBICACION</b> DIST. OROPESA PROV. QUISPICANCHIS DPTO. CUSCO	<b>PROPIETARIO:</b> Bach. Hector Tomasino Castillo Arce Bach. Gregory Jordi Jauregui Hurtado	<b>LAMINA:</b> LT-02	
<b>ESCALA:</b> INDICADAS	<b>FECHA:</b> FEBRERO - 2024	<b>TOPOG:</b>	
<b>DIBUJO:</b>	<b>DISEÑO:</b>	<b>REVISADO:</b>	



### 3.7 Plan de análisis de Datos

Como primer paso se lleva a cabo el levantamiento topográfico directo utilizando una estación total, aprovechando los puntos de control estratégicamente ubicados en la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco. Posteriormente, se realizará un levantamiento topográfico utilizando un dron (DJI Mavic 3 Enterprise), utilizando tanto los puntos de control como puntos de fotocontrol estratégicamente instalados en la misma ubicación en la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa.

Una vez obtenidos los datos topográficos, se procederá al procesamiento de los mismos utilizando el software Civil 3D, mientras que los datos del levantamiento topográfico por drones serán procesados mediante el programa Pix4D.

Finalmente, se llevará a cabo una comparación técnica y económica exhaustiva entre las dos metodologías de levantamiento topográfico. Esta evaluación permitirá analizar detalladamente las ventajas y desventajas de cada enfoque, tanto en términos técnicos como financieros.

**Tabla 8.** Cuadro de georreferenciación de puntos geodésicos.

Punto	Norte	Este	Elevación	Código de punto geodésico
PG-1	200512.187	8494841.561	3140.7393	1004080
PG-2	200297.966	8494681.389	3163.5663	1004081
PG-3	200390.712	8494433.945	3195.5294	1004082

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9.** Cuadro de puntos de control o BM's.

Punto	Norte	Este	Elevación	Descripción
1	200363.442	8494887.231	3162.876	BM1
2	200456.965	8494628.793	3173.237	BM2
3	200633.989	8494564.039	3179.594	BM3
4	200710.001	8494766.554	3160.707	BM4

Fuente: Elaboración propia

3.7.1. Toma de datos con dron

Tabla 10. Ficha de observación con fotografías (datos) levantamiento topográfico con dron

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TITULO:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN CUANTO AL COSTO, TIEMPO Y PRECISIÓN CON RPAS Y ESTACIÓN TOTAL EN LA APV JOSÉ CARLOS MARIÁ TEGUI DEL DISTRITO DE OROPESA, QUISPICANCHIS, CUSCO - 2023"				
TESISTAS:	Bach. Hector Tomasino Castillo Arce		Bach. Gregory Jordi Jauregui Hurtado		
Lugar:	APV. Jose Carlos Mariategui - Oropesa		Fecha: 29/02/2024		
<b>RECONOCIMIENTO DE CAMPO CON DRONE (MAVIC 3 ENTERPRISE)</b>					
NOMBRE DEL PROYECTO					
AREA DE ESTUDIO (Ha.)		23.55			
VIENTO	LIGERO	NORMAL	FUERTE		
	X				
CLIMA	SOLEADO	NORMAL	NUBLADO	OTROS	
		X			
NUMERO DE FOTOGRAFIAS		16			
CROQUIS					
N°	FOTOGRAFIA	TIEMPO DE CAPTURA	N°	FOTOGRAFIA	TIEMPO DE CAPTURA
1		0.7 seg	9		0.7 seg
2		0.7 seg	10		0.7 seg
3		0.7 seg	11		0.7 seg
4		0.7 seg	12		0.7 seg
5		0.7 seg	13		0.7 seg
6		0.7 seg	14		0.7 seg
7		0.7 seg	15		0.7 seg
8		0.7 seg	16		0.7 seg

Fuente: Elaboración propia



Tabla 11. Ficha de observación con fotografías (datos) levantamiento topográfico con dron

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
TITULO:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN CUANTO AL COSTO, TIEMPO Y PRECISIÓN CON RPAS Y ESTACIÓN TOTAL EN LA APV JOSÉ CARLOS MARIÁ TEGUI DEL DISTRITO DE OROPESA, QUISPICANCHIS, CUSCO - 2023"					
TESISTAS:	Bach. Hector Tomasino Castillo Arce Bach. Gregory Jordi Jauregui Hurtado					
Lugar:	APV. Jose Carlos Mariategui - Oropesa		Fecha: 29/02/2024			
<b>RECONOCIMIENTO DE CAMPO CON DRONE (MAVIC 3 ENTERPRISE)</b>						
NOMBRE DEL PROYECTO						
AREA DE ESTUDIO (Ha.)	23.55					
VIENTO	LIGERO	NORMAL	FUERTE			
	X					
CLIMA	SOLEADO	NORMAL	NUBLADO	OTROS		
		X				
NUMERO DE FOTOGRAFIAS	16					
CROQUIS						
	N°	FOTOGRAFIA	TIEMPO DE CAPTURA	N°	FOTOGRAFIA	TIEMPO DE CAPTURA
	17		0.7 seg	25		0.7 seg
	18		0.7 seg	26		0.7 seg
	19		0.7 seg	27		0.7 seg
	20		0.7 seg	28		0.7 seg
	21		0.7 seg	29		0.7 seg
	22		0.7 seg	30		0.7 seg
	23		0.7 seg	31		0.7 seg
	24		0.7 seg	32		0.7 seg

Fuente: Elaboración propia





**Tabla 13.** Ficha de observación con fotografías (datos) levantamiento topográfico con dron

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TITULO:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN CUANTO AL COSTO, TIEMPO Y PRECISIÓN CON RPAS Y ESTACIÓN TOTAL EN LA APV JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE OROPESA, QUISPICANCHIS, CUSCO - 2023"			
TESISTAS:	Bach. Hector Tomasino Castillo Arce Bach. Gregory Jordi Jauregui Hurtado			
Lugar:	APV. Jose Carlos Mariategui - Oropesa		Fecha: 29/02/2024	
RECONOCIMIENTO DE CAMPO CON DRONE (MAVIC 3 ENTERPRISE)				
NOMBRE DEL PROYECTO				
AREA DE ESTUDIO (Ha.)	23.55			
VIENTO	LIGERO	NORMAL	FUERTE	
	X			
CLIMA	SOLEADO	NORMAL	NUBLADO	OTROS
		X		
NUMERO DE FOTOGRAFIAS	16			
CROQUIS				
	N°	FOTOGRAFIA	TIEMPO DE CAPTURA	
	49		0.7 seg	
	50		0.7 seg	
	51		0.7 seg	
	52		0.7 seg	
	53		0.7 seg	
	54		0.7 seg	
	55		0.7 seg	
	56		0.7 seg	
				N°
				FOTOGRAFIA
				TIEMPO DE CAPTURA
				57
				
				0.7 seg
				58
				
				0.7 seg
				59
				
				0.7 seg
				60
				
				0.7 seg
				61
				
				0.7 seg
				62
				
				0.7 seg
				63
				
				0.7 seg
				64
				
				0.7 seg

Fuente: Elaboración propia



3.7.2. Toma de datos con estación total

Tabla 14. Ficha de observación con datos levantamiento topográfico con estación total

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA					FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
<b>TITULO:</b>		"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN CUANTO AL COSTO, TIEMPO Y PRECISIÓN CON RPAS Y ESTACIÓN TOTAL EN LA APV JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE OROPESA, QUISPICANCHIS, CUSCO - 2023"							
<b>TESISTAS</b>		Bach. Hector Tomasino Castillo Arce					Fecha:		
		Bach. Gregory Jordi Jauregui Hurtado					04/03/2024		
<b>Lugar:</b>		APV. José Carlos Mariátegui - Oropesa							
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACIÓN TOTAL									
<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>			Catastro apv José Carlos Mariátegui			<b>ESQUEMA</b>			
<b>NOMBRE DEL OPERADOR</b>									
<b>ALTURA INSTRUMENTAL</b>			1.50 metros						
<b>CLIMA</b>									
<b>SOLEADO</b>	<b>NORMAL</b>	<b>NUBLADO</b>	<b>NUBLADO</b>						
	x								
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTURA	ESCRIPCIÓN	PUNTO	ESTE	NORTE	ALTURA	ESCRIPCIÓN
1	8494896.9	200338.33	3156.747	PC1	30	8494842.3	200443.62	3155.537	BZ
2	8494682.4	200296.13	3168.015	BASE2	31	8494834	200451.07	3155.19	BCas
3	8494841.6	200512.19	3140.7393	BASE1	32	8494830	200468.44	3155.127	PLz
4	8494898.4	200320.49	3155.252	Bcu	33	8494828.7	200468.55	3155.266	BCas
5	8494898.2	200320.36	3154.787	BaCu	34	8494831.9	200477.85	3155.008	BZ
6	8494897.2	200320	3155.243	BPis	35	8494823.4	200486.02	3154.971	BCas
7	8494889.9	200313.25	3155.254	BPis	36	8494831	200506.37	3154.274	BPis
8	8494888.9	200312.86	3154.75	BaCu	37	8494830	200506.19	3153.822	BaCu
9	8494888.7	200312.78	3155.243	BCu	38	8494829.8	200506.15	3154.297	BCu
10	8494883.8	200319.79	3156.285	PsT	39	8494827.3	200505.74	3155.093	PLz
11	8494883.2	200321.76	3156.253	PsT	40	8494819.3	200503.26	3155.033	PLz
12	8494869.5	200366.11	3155.78	PsT	41	8494817.8	200503.1	3154.932	ESQ5
13	8494866	200359.09	3156.22	BZ	42	8494821.9	200510.18	3155.002	BZ
14	8494860.1	200364.02	3156.371	ESQ1	43	8494812.5	200510.7	3155.209	PLz
15	8494856	200378.35	3156.083	BCas	44	8494813.1	200512.39	3155.066	ESQ6
16	8494856.7	200378.97	3155.952	PLz	45	8494814.4	200515.23	3154.875	ESQ7
17	8494851.6	200392.85	3155.792	BCas	46	8494809.9	200530.44	3154.821	BCas
18	8494849.3	200405.21	3155.737	PLz	47	8494811.3	200531.06	3154.686	PLz
19	8494847.8	200405.43	3155.727	ESQ2	48	8494814.5	200536.21	3154.578	BZ
20	8494860	200411.28	3154.838	BPis	49	8494831.6	200544.05	3160.046	BPis
21	8494858.7	200411	3154.858	BCu	50	8494831.5	200544.7	3161.097	FCun
22	8494858.9	200411.14	3154.369	BaCu	51	8494831.8	200544.66	3161.599	BCu
23	8494856.2	200410.22	3155.71	PsT	52	8494804.7	200547.71	3154.829	BCas
24	8494850	200413.44	3155.57	BZ	53	8494807.9	200558.19	3154.673	BZ
25	8494841.6	200416	3156.391	ESQ3	54	8494799.8	200563.82	3154.585	BCas
26	8494843.3	200420.3	3155.678	ESQ4	55	8494801	200563.49	3154.543	PLz
27	8494841.3	200427.13	3155.765	BCas	56	8494794.4	200581.47	3154.755	BCas
28	8494840.6	200433.43	3155.577	PLz	57	8494801.6	200580.23	3164.583	BZ
29	8494839.4	200433.79	3155.999	BCas	58	8494803.5	200584.15	3154.407	PLz

Fuente: Elaboración propia



Tabla 15. Ficha de observación con datos levantamiento topográfico con estación total

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO									
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
<b>TITULO:</b>	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN CUANTO AL COSTO, TIEMPO Y PRECISIÓN CON RPAS Y ESTACIÓN TOTAL EN LA APV JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE OROPESA, QUISPICANCHIS, CUSCO - 2023"								
<b>RESISTAS:</b>	Bach. Hector Tomasino Castillo Arce Bach. Gregory Jordi Jauregui Hurtado								
<b>Lugar:</b>	apv José Carlos Mariátegui								
<b>Fecha:</b> 04/03/2024									
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACIÓN TOTAL									
<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>	Catastro apv José Carlos Mariátegui								
<b>NOMBRE DEL OPERADOR</b>									
<b>ALTURA INSTRUMENTAL</b>	1.7 metros								
CLIMA									
<b>SOLEADO</b>	NORMAL								
	NUBLADO								
	NUBLADO								
	x								
<b>ESQUEMA</b>									
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTURA	ESCRIPCIÓN	PUNTO	ESTE	NORTE	ALTURA	ESCRIPCIÓN
59	8494806.4	200582.8	3153.837	BCu	88	8494809	200394.08	3157.93	ESQ10
60	8494806.7	200582.9	3153.327	BaCu	89	8494810	200395.89	3157.993	ESQ12
61	8494807.5	200583.08	3153.734	BPis	90	8494809	200404.67	3157.636	PLz
62	8494816.5	200590.58	3161.297	BRio	91	8494818.5	200398.53	3157.793	BCas
63	8494817	200592.13	3160.807	Fcun	92	8494824.9	200410.88	3156.932	BCas
64	8494817.4	200592.01	3161.304	BCu	93	8494826.3	200406.41	3156.987	BZ
65	8494814.7	200597.79	3161.314	BPis	94	8494827.7	200401.8	3157.041	BCas
66	8494792	200589.03	3154.983	BCas	95	8494838.8	200404.71	3156.408	BCas
67	8494791	200596.41	3154.709	PLz	96	8494840.7	200414.33	3156.376	PLz
68	8494789.2	200597.17	3155.196	ESQ8	97	8494845.5	200406.77	3155.779	ESQ
69	8494794.6	200605.23	3154.208	BZ	98	8494800.2	200390.68	3158.363	ESQ11
70	8494844.7	200358.43	3157.21	PLz	99	8494797.8	200392.04	3158.033	ESQ13
71	8494841	200358.13	3157.365	BCas	100	8494793.4	200401.27	3158.276	ESQ15
72	8494842.5	200352.18	3157.345	BZ	101	8494795.5	200405.34	3158.119	ESQ16
73	8494821.9	200352.36	3158.142	ESQ8	102	8494780.4	200386.98	3158.881	BCas
74	8494818.9	200345.28	3158.427	BZ	103	8494779.3	200392.03	3158.862	BZ
75	8494817.8	200348.42	3159.92	PC2	104	8494779.3	200395.7	3158.761	PLz
76	8494812.8	200348.6	3158.579	PLz	105	8494782	200397.68	3158.623	BCas
77	8494812.4	200349.48	3158.538	ESQ9	106	8494801.6	200419.21	3156.247	BCas
78	8494793.3	200343.67	3159.031	BCas	107	8494797.4	200433.91	3157.719	BCas
79	8494817.5	200366.75	3158.526	BCas	108	8494790.8	200421.38	3158.102	BCas
80	8494808.1	200363.93	3158.34	BCas	109	8494784.8	200440.71	3158.185	ESQ17
81	8494813.1	200381.1	3158.116	BCas	110	8494793	200448.21	3158.097	BCas
82	8494803.8	200378.25	3158.296	BCas	111	8494787.7	200447.06	3158.117	BZ
83	8494805.7	200405.13	3157.847	ESQ14	112	8494785	200447.72	3159.558	PC4
84	8494803	200399.49	3157.704	BZ	113	8494782.9	200450.63	3158.082	PLz
85	8494800.7	200397.88	3159.604	PC3	114	8494782	200450.31	3158.17	ESQ18
86	8494804	200381.38	3158.116	PLz	115	8494781.4	200441.05	3157.963	PLz
87	8494811.4	200385.7	3158.459	BCas	116	8494767.6	200445.88	3158.259	BCas

Fuente: Elaboración propia



Tabla 16. Ficha de observación con datos levantamiento topográfico con estación total

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO									
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
TITULO:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN CUANTO AL COSTO, TIEMPO Y PRECISIÓN CON RPAS Y ESTACIÓN TOTAL EN LA APV JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE OROPESA, QUISPICANCHIS, CUSCO - 2023"								
RESISTAS:	Bach. Hector Tomasino Castillo Arce								
	Bach. Gregory Jordi Jauregui Hurtado								
Lugar:	APV. José Carlos Mariátegui - Oropesa								
Fecha:									
05/03/2024									
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACIÓN TOTAL									
NOMBRE DEL PROYECTO	Catastro apv José Carlos Mariátegui								
NOMBRE DEL OPERADOR									
ALTURA INSTRUMENTAL	1.7 metros								
CLIMA									
SOLEADO	NORMAL								
	NUBLADO								
	NUBLADO								
	x								
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTURA	DESCRIPCIÓN	PUNTO	ESTE	NORTE	ALTURA	DESCRIPCIÓN
233	8494721.9	200641.23	3156.306	ESQ38	262	8494740.5	200694.2	3154.418	BZ
234	8494721.2	200639.73	3156.624	PLz	263	8494743.5	200691.61	3154.418	BCas
235	8494711.6	200628.08	3157.466	BCas	264	8494747.4	200699.9	3154.108	BCas
236	8494708.7	200636.77	3157.635	BCas	265	8494711.4	200678.43	3155.793	ESQ41
237	8494707.7	200631.4	3157.555	BZ	266	8494709.2	200679.48	3155.351	ESQ42
238	8494704.1	200634.24	3157.645	PLz	267	8494707.5	200687.03	3155.666	ESQ43
239	8494694.7	200631.96	3158.235	BCas	268	8494696.5	200675.51	3156.811	BCas
240	8494697.4	200623.76	3158.215	BCas	269	8494695.4	200681.27	3156.288	PLz
241	8494686.1	200627.81	3159.039	PLz	270	8494694.1	200682.4	3156.427	BCas
242	8494685.6	200624.05	3159.279	BZ	271	8494693.2	200678.33	3156.32	BZ
243	8494680.5	200627.24	3159.955	BCas	272	8494689.9	200672.68	3156.994	BCas
244	8494682.9	200619.55	3159.52	BCas	273	8494689	200673.78	3156.952	PLz
245	8494673.1	200624.69	3160.376	BCas	274	8494687.6	200680.01	3156.849	BCas
246	8494666.1	200622.4	3160.872	BCas	275	8494680	200677.42	3157.638	BCas
247	8494667.2	200614.33	3161.025	BCas	276	8494682.6	200670.57	3157.472	BCas
248	8494663.6	200616.7	3161.87	BZ	277	8494673.7	200667.04	3158.384	BCas
249	8494729.6	200653.95	3156.093	BCas	278	8494670.9	200670.63	3158.617	BZ
250	8494727.2	200658.58	3155.976	PLz	279	8494668.5	200665.16	3158.851	BCas
251	8494717.2	200660.84	3156.107	BCas	280	8494666	200672.68	3159.08	BCas
252	8494724.9	200668.17	3155.708	BCas	281	8494661.4	200663.03	3159.63	BCas
253	8494717.2	200691.78	3155.145	ESQ44	282	8494659.9	200669.11	3159.555	PLz
254	8494714.1	200685.54	3155.359	BZ	283	8494660.8	200670.91	3159.365	BCas
255	8494711.6	200684.92	3156.941	PC9	284	8494654.3	200660.42	3160.512	BCas
256	8494720.4	200681.66	3155.248	ESQ40	285	8494651.7	200667.71	3160.364	BCas
257	8494721.3	200683.73	3155.304	ESQ46	286	8494710.2	200712.45	3155.352	BCas
258	8494719.2	200690.71	3155.003	ESQ45	287	8494705.8	200713.23	3155.178	BZ
259	8494726.6	200691.93	3154.759	PLz	288	8494703.8	200710.29	3156.858	PC10
260	8494730.2	200687.37	3154.862	BCas	289	8494703.6	200706.29	3155.026	PLz
261	8494731.1	200694.11	3154.934	BCas	290	8494708.6	200716.94	3155.362	BCas

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 17.** Datos topográficos con Dron DJI Mavic 3 Enterprise (RPAS) a una altura vuelo de 50m georreferenciado a puntos geodésicos

<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRON GEOREFERENCIADO A PUNTOS GEODÉSICOS</b>				
<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	200365.818	8494860.603	3156.389	<b>ESQ1</b>
<b>2</b>	200407.508	8494848.242	3155.999	<b>ESQ2</b>
<b>3</b>	200418.302	8494842.097	3156.560	<b>ESQ3</b>
<b>4</b>	200422.403	8494844.015	3156.351	<b>ESQ4</b>
<b>5</b>	200505.495	8494818.512	3155.326	<b>ESQ5</b>
<b>6</b>	200513.989	8494813.637	3155.801	<b>ESQ6</b>
<b>7</b>	200517.508	8494815.172	3155.609	<b>ESQ7</b>
<b>8</b>	200599.290	8494789.798	3155.893	<b>ESQ8</b>
<b>9</b>	200354.751	8494822.339	3159.137	<b>ESQ8</b>
<b>10</b>	200351.517	8494812.883	3159.064	<b>ESQ9</b>
<b>11</b>	200407.546	8494806.343	3158.032	<b>ESQ14</b>
<b>12</b>	200396.069	8494809.272	3158.572	<b>ESQ10</b>
<b>13</b>	200398.146	8494810.171	3157.998	<b>ESQ12</b>
<b>14</b>	200408.794	8494845.829	3156.342	<b>ESQ</b>
<b>15</b>	200392.796	8494800.447	3159.095	<b>ESQ11</b>
<b>16</b>	200394.330	8494798.013	3158.686	<b>ESQ13</b>
<b>17</b>	200403.628	8494794.163	3158.710	<b>ESQ15</b>
<b>18</b>	200407.523	8494796.174	3158.211	<b>ESQ16</b>
<b>19</b>	200442.914	8494785.273	3159.121	<b>ESQ17</b>
<b>20</b>	200452.659	8494782.628	3158.500	<b>ESQ18</b>
<b>21</b>	200503.383	8494777.407	3158.299	<b>ESQ22</b>
<b>22</b>	200492.131	8494780.402	3158.350	<b>ESQ19</b>
<b>23</b>	200494.052	8494781.563	3157.702	<b>ESQ21</b>
<b>24</b>	200491.124	8494770.874	3158.535	<b>ESQ20</b>
<b>25</b>	200499.164	8494764.743	3158.627	<b>ESQ23</b>
<b>26</b>	200502.894	8494767.045	3158.543	<b>ESQ24</b>
<b>27</b>	200538.692	8494756.118	3159.100	<b>ESQ25</b>
<b>28</b>	200548.839	8494754.483	3159.304	<b>ESQ26</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRON  
GEOREFERENCIADO A PUNTOS GEODÉSICOS**

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>29</b>	200601.377	8494748.241	3157.743	<b>ESQ28</b>
<b>30</b>	200585.611	8494752.333	3157.610	<b>ESQ27</b>
<b>31</b>	200590.797	8494755.006	3157.605	<b>ESQ30</b>
<b>32</b>	200600.044	8494750.781	3157.055	<b>ESQ29</b>
<b>33</b>	200600.296	8494787.576	3155.275	<b>ESQ34</b>
<b>34</b>	200611.807	8494789.575	3154.893	<b>ESQ35</b>
<b>35</b>	200583.426	8494743.645	3158.167	<b>ESQ31</b>
<b>36</b>	200585.704	8494738.026	3157.819	<b>ESQ32</b>
<b>37</b>	200596.322	8494738.869	3158.271	<b>ESQ33</b>
<b>38</b>	200631.803	8494727.899	3157.800	<b>ESQ36</b>
<b>39</b>	200633.565	8494722.994	3157.321	<b>ESQ37</b>
<b>40</b>	200645.067	8494723.278	3156.678	<b>ESQ39</b>
<b>41</b>	200643.622	8494722.389	3156.431	<b>ESQ38</b>
<b>42</b>	200694.092	8494718.101	3155.619	<b>ESQ44</b>
<b>43</b>	200683.658	8494721.174	3155.912	<b>ESQ40</b>
<b>44</b>	200686.055	8494722.143	3156.289	<b>ESQ46</b>
<b>45</b>	200693.364	8494719.665	3155.045	<b>ESQ45</b>
<b>46</b>	200680.478	8494712.049	3156.482	<b>ESQ41</b>
<b>47</b>	200681.669	8494709.880	3155.713	<b>ESQ42</b>
<b>48</b>	200689.505	8494708.393	3156.046	<b>ESQ43</b>
<b>49</b>	200709.190	8494703.366	3155.392	<b>ESQ47</b>
<b>50</b>	200714.323	8494701.699	3155.164	<b>ESQ48</b>
<b>51</b>	200734.246	8494695.349	3155.744	<b>ESQ49</b>
<b>52</b>	200771.688	8494692.255	3152.507	<b>ESQ</b>
<b>53</b>	200737.440	8494684.344	3156.125	<b>ESQ50</b>
<b>54</b>	200730.119	8494677.697	3156.176	<b>ESQ52</b>
<b>55</b>	200734.855	8494679.598	3156.413	<b>ESQ51</b>
<b>56</b>	200696.781	8494628.251	3163.796	<b>ESQ53</b>
<b>57</b>	200672.088	8494589.126	3168.060	<b>ESQ54</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRON  
GEOREFERENCIADO A PUNTOS GEODÉSICOS**

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>58</b>	200668.484	8494578.211	3168.868	<b>ESQ55</b>
<b>59</b>	200642.316	8494561.149	3172.311	<b>ESQ58</b>
<b>60</b>	200646.589	8494584.363	3168.477	<b>ESQ56</b>
<b>61</b>	200638.265	8494583.425	3169.565	<b>ESQ57</b>
<b>62</b>	200631.703	8494562.983	3172.362	<b>ESQ59</b>
<b>63</b>	200566.791	8494393.651	3186.433	<b>ESQ60</b>
<b>64</b>	200572.688	8494392.113	3185.961	<b>ESQ61</b>
<b>65</b>	200608.673	8494377.148	3188.669	<b>ESQ62</b>
<b>66</b>	200614.123	8494374.781	3189.577	<b>ESQ63</b>
<b>67</b>	200649.254	8494457.592	3187.591	<b>ESQ64</b>
<b>68</b>	200667.229	8494450.448	3188.534	<b>ESQ65</b>
<b>69</b>	200646.750	8494349.672	3195.498	<b>ESQ71</b>
<b>70</b>	200651.671	8494347.661	3195.980	<b>ESQ70</b>
<b>71</b>	200638.389	8494331.151	3197.932	<b>ESQ72</b>
<b>72</b>	200650.588	8494358.690	3194.924	<b>ESQ66</b>
<b>73</b>	200656.041	8494356.349	3194.894	<b>ESQ67</b>
<b>74</b>	200674.456	8494397.941	3194.775	<b>ESQ68</b>
<b>75</b>	200680.052	8494427.826	3194.164	<b>ESQ69</b>
<b>76</b>	200688.819	8494332.686	3200.903	<b>ESQ74</b>
<b>77</b>	200692.712	8494341.387	3200.582	<b>ESQ73</b>
<b>78</b>	200600.875	8494595.568	3169.819	<b>ESQ75</b>
<b>79</b>	200593.164	8494598.250	3169.221	<b>ESQ76</b>
<b>80</b>	200586.623	8494579.804	3171.478	<b>ESQ78</b>
<b>81</b>	200594.954	8494577.318	3171.589	<b>ESQ77</b>
<b>82</b>	200550.332	8494451.693	3176.906	<b>ESQ79</b>
<b>83</b>	200542.414	8494451.639	3176.628	<b>ESQ80</b>
<b>84</b>	200548.836	8494616.742	3166.905	<b>ESQ82</b>
<b>85</b>	200556.778	8494609.252	3167.747	<b>ESQ81</b>
<b>86</b>	200524.156	8494603.967	3167.506	<b>ESQ92</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRON  
GEOREFERENCIADO A PUNTOS GEODÉSICOS**

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>87</b>	200541.703	8494593.045	3168.762	<b>ESQ84</b>
<b>88</b>	200551.031	8494590.604	3169.572	<b>ESQ83</b>
<b>89</b>	200435.067	8494424.263	3191.958	<b>ESQ88</b>
<b>90</b>	200496.057	8494450.313	3172.135	<b>ESQ85</b>
<b>91</b>	200507.265	8494447.344	3173.123	<b>ESQ86</b>
<b>92</b>	200452.945	8494447.213	3177.382	<b>ESQ87</b>
<b>93</b>	200494.699	8494614.033	3166.245	<b>ESQ89</b>
<b>94</b>	200504.683	8494608.994	3166.835	<b>ESQ90</b>
<b>95</b>	200506.884	8494610.307	3167.376	<b>ESQ91</b>
<b>96</b>	200510.249	8494627.855	3165.950	<b>ESQ93</b>
<b>97</b>	200500.592	8494633.115	3165.892	<b>ESQ94</b>
<b>98</b>	200462.222	8494644.450	3165.762	<b>ESQ95</b>
<b>99</b>	200452.699	8494647.866	3165.533	<b>ESQ96</b>
<b>100</b>	200445.765	8494632.267	3165.984	<b>ESQ97</b>
<b>101</b>	200447.352	8494629.188	3166.757	<b>ESQ98</b>
<b>102</b>	200456.514	8494625.188	3165.884	<b>ESQ99</b>
<b>103</b>	200396.570	8494436.407	3182.666	<b>ESQ100</b>
<b>104</b>	200386.092	8494429.131	3184.782	<b>ESQ101</b>
<b>105</b>	200414.853	8494660.399	3165.661	<b>ESQ102</b>
<b>106</b>	200408.016	8494670.713	3164.952	<b>ESQ103</b>
<b>107</b>	200411.877	8494643.735	3166.169	<b>ESQ106</b>
<b>108</b>	200409.273	8494642.286	3166.305	<b>ESQ105</b>
<b>109</b>	200400.640	8494647.122	3166.555	<b>ESQ104</b>
<b>110</b>	200339.843	8494415.161	3187.118	<b>ESQ107</b>
<b>111</b>	200331.178	8494418.720	3187.368	<b>ESQ108</b>
<b>112</b>	200369.288	8494681.957	3165.678	<b>ESQ109</b>
<b>113</b>	200358.506	8494679.219	3165.505	<b>ESQ110</b>
<b>114</b>	200351.525	8494661.797	3166.930	<b>ESQ112</b>
<b>115</b>	200362.572	8494658.690	3166.321	<b>ESQ113</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRON  
GEOREFERENCIADO A PUNTOS GEODÉSICOS**

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>116</b>	200345.228	8494639.730	3168.747	<b>ESQ114</b>
<b>117</b>	200338.666	8494623.867	3169.942	<b>ESQ115</b>
<b>118</b>	200339.698	8494621.152	3170.195	<b>ESQ116</b>
<b>119</b>	200283.763	8494435.209	3187.932	<b>ESQ118</b>
<b>120</b>	200292.956	8494431.637	3187.721	<b>ESQ117</b>
<b>121</b>	200246.245	8494448.703	3186.619	<b>ESQ119</b>
<b>122</b>	200302.614	8494636.678	3170.234	<b>ESQ120</b>
<b>123</b>	200308.027	8494651.637	3168.434	<b>ESQ121</b>
<b>124</b>	200314.536	8494672.856	3167.329	<b>ESQ122</b>
<b>125</b>	200344.060	8494683.717	3166.065	<b>ESQ111</b>
<b>126</b>	200317.152	8494699.989	3164.925	<b>ESQ123</b>
<b>127</b>	200337.282	8494765.213	3160.644	<b>ESQ124</b>
<b>128</b>	200340.387	8494774.776	3160.693	<b>ESQ125</b>
<b>129</b>	200383.297	8494760.885	3160.057	<b>ESQ127</b>
<b>130</b>	200380.395	8494752.130	3160.359	<b>ESQ126</b>
<b>131</b>	200614.514	8494790.899	3154.385	<b>ESQ128</b>
<b>132</b>	200652.482	8494778.199	3154.448	<b>ESQ129</b>
<b>133</b>	200688.081	8494766.603	3154.448	<b>ESQ130</b>
<b>134</b>	200699.802	8494762.661	3153.747	<b>ESQ131</b>
<b>135</b>	200708.201	8494764.418	3153.666	<b>ESQ132</b>
<b>136</b>	200902.044	8494705.256	3153.618	<b>ESQ133</b>

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 18.** Datos topográficos con dron DJI Mavic 3 Enterprise (RPAS) a una altura vuelo de 50m

**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (Dron) 50m**

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	200365.818	8494860.603	3156.389	<b>ESQ1</b>
<b>2</b>	200407.508	8494848.242	3155.999	<b>ESQ2</b>
<b>3</b>	200418.302	8494842.097	3156.560	<b>ESQ3</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (Dron) 50m**

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>4</b>	200422.403	8494844.015	3156.351	<b>ESQ4</b>
<b>5</b>	200505.495	8494818.512	3155.326	<b>ESQ5</b>
<b>6</b>	200513.989	8494813.637	3155.801	<b>ESQ6</b>
<b>7</b>	200517.508	8494815.172	3155.609	<b>ESQ7</b>
<b>8</b>	200599.290	8494789.798	3155.893	<b>ESQ8</b>
<b>9</b>	200354.751	8494822.339	3159.137	<b>ESQ8</b>
<b>10</b>	200351.517	8494812.883	3159.064	<b>ESQ9</b>
<b>11</b>	200407.546	8494806.343	3158.032	<b>ESQ14</b>
<b>12</b>	200396.069	8494809.272	3158.572	<b>ESQ10</b>
<b>13</b>	200398.146	8494810.171	3157.998	<b>ESQ12</b>
<b>14</b>	200408.794	8494845.829	3156.342	<b>ESQ</b>
<b>15</b>	200392.796	8494800.447	3159.095	<b>ESQ11</b>
<b>16</b>	200394.330	8494798.013	3158.686	<b>ESQ13</b>
<b>17</b>	200403.628	8494794.163	3158.710	<b>ESQ15</b>
<b>18</b>	200407.523	8494796.174	3158.211	<b>ESQ16</b>
<b>19</b>	200442.914	8494785.273	3159.121	<b>ESQ17</b>
<b>20</b>	200452.659	8494782.628	3158.500	<b>ESQ18</b>
<b>21</b>	200503.383	8494777.407	3158.299	<b>ESQ22</b>
<b>22</b>	200492.131	8494780.402	3158.350	<b>ESQ19</b>
<b>23</b>	200494.052	8494781.563	3157.702	<b>ESQ21</b>
<b>24</b>	200491.124	8494770.874	3158.535	<b>ESQ20</b>
<b>25</b>	200499.164	8494764.743	3158.627	<b>ESQ23</b>
<b>26</b>	200502.894	8494767.045	3158.543	<b>ESQ24</b>
<b>27</b>	200538.692	8494756.118	3159.100	<b>ESQ25</b>
<b>28</b>	200548.839	8494754.483	3159.304	<b>ESQ26</b>
<b>29</b>	200601.377	8494748.241	3157.743	<b>ESQ28</b>
<b>30</b>	200585.611	8494752.333	3157.610	<b>ESQ27</b>
<b>31</b>	200590.797	8494755.006	3157.605	<b>ESQ30</b>
<b>32</b>	200600.044	8494750.781	3157.055	<b>ESQ29</b>
<b>33</b>	200600.296	8494787.576	3155.275	<b>ESQ34</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (Dron) 50m**

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>34</b>	200611.807	8494789.575	3154.893	<b>ESQ35</b>
<b>35</b>	200583.426	8494743.645	3158.167	<b>ESQ31</b>
<b>36</b>	200585.704	8494738.026	3157.819	<b>ESQ32</b>
<b>37</b>	200596.322	8494738.869	3158.271	<b>ESQ33</b>
<b>38</b>	200631.803	8494727.899	3157.800	<b>ESQ36</b>
<b>39</b>	200633.565	8494722.994	3157.321	<b>ESQ37</b>
<b>40</b>	200645.067	8494723.278	3156.678	<b>ESQ39</b>
<b>41</b>	200643.622	8494722.389	3156.431	<b>ESQ38</b>
<b>42</b>	200694.092	8494718.101	3155.619	<b>ESQ44</b>
<b>43</b>	200683.658	8494721.174	3155.912	<b>ESQ40</b>
<b>44</b>	200686.055	8494722.143	3156.289	<b>ESQ46</b>
<b>45</b>	200693.364	8494719.665	3155.045	<b>ESQ45</b>
<b>46</b>	200680.478	8494712.049	3156.482	<b>ESQ41</b>
<b>47</b>	200681.669	8494709.880	3155.713	<b>ESQ42</b>
<b>48</b>	200689.505	8494708.393	3156.046	<b>ESQ43</b>
<b>49</b>	200709.190	8494703.366	3155.392	<b>ESQ47</b>
<b>50</b>	200714.323	8494701.699	3155.164	<b>ESQ48</b>
<b>51</b>	200734.246	8494695.349	3155.744	<b>ESQ49</b>
<b>52</b>	200771.688	8494692.255	3152.507	<b>ESQ</b>
<b>53</b>	200737.440	8494684.344	3156.125	<b>ESQ50</b>
<b>54</b>	200730.119	8494677.697	3156.176	<b>ESQ52</b>
<b>55</b>	200734.855	8494679.598	3156.413	<b>ESQ51</b>
<b>56</b>	200696.781	8494628.251	3163.796	<b>ESQ53</b>
<b>57</b>	200672.088	8494589.126	3168.060	<b>ESQ54</b>
<b>58</b>	200668.484	8494578.211	3168.868	<b>ESQ55</b>
<b>59</b>	200642.316	8494561.149	3172.311	<b>ESQ58</b>
<b>60</b>	200646.589	8494584.363	3168.477	<b>ESQ56</b>
<b>61</b>	200638.265	8494583.425	3169.565	<b>ESQ57</b>
<b>62</b>	200631.703	8494562.983	3172.362	<b>ESQ59</b>
<b>63</b>	200566.791	8494393.651	3186.433	<b>ESQ60</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (Dron) 50m**

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>64</b>	200572.688	8494392.113	3185.961	<b>ESQ61</b>
<b>65</b>	200608.673	8494377.148	3188.669	<b>ESQ62</b>
<b>66</b>	200614.123	8494374.781	3189.577	<b>ESQ63</b>
<b>67</b>	200649.254	8494457.592	3187.591	<b>ESQ64</b>
<b>68</b>	200667.229	8494450.448	3188.534	<b>ESQ65</b>
<b>69</b>	200646.750	8494349.672	3195.498	<b>ESQ71</b>
<b>70</b>	200651.671	8494347.661	3195.980	<b>ESQ70</b>
<b>71</b>	200638.389	8494331.151	3197.932	<b>ESQ72</b>
<b>72</b>	200650.588	8494358.690	3194.924	<b>ESQ66</b>
<b>73</b>	200656.041	8494356.349	3194.894	<b>ESQ67</b>
<b>74</b>	200674.456	8494397.941	3194.775	<b>ESQ68</b>
<b>75</b>	200680.052	8494427.826	3194.164	<b>ESQ69</b>
<b>76</b>	200688.819	8494332.686	3200.903	<b>ESQ74</b>
<b>77</b>	200692.712	8494341.387	3200.582	<b>ESQ73</b>
<b>78</b>	200600.875	8494595.568	3169.819	<b>ESQ75</b>
<b>79</b>	200593.164	8494598.250	3169.221	<b>ESQ76</b>
<b>80</b>	200586.623	8494579.804	3171.478	<b>ESQ78</b>
<b>81</b>	200594.954	8494577.318	3171.589	<b>ESQ77</b>
<b>82</b>	200550.332	8494451.693	3176.906	<b>ESQ79</b>
<b>83</b>	200542.414	8494451.639	3176.628	<b>ESQ80</b>
<b>84</b>	200548.836	8494616.742	3166.905	<b>ESQ82</b>
<b>85</b>	200556.778	8494609.252	3167.747	<b>ESQ81</b>
<b>86</b>	200524.156	8494603.967	3167.506	<b>ESQ92</b>
<b>87</b>	200541.703	8494593.045	3168.762	<b>ESQ84</b>
<b>88</b>	200551.031	8494590.604	3169.572	<b>ESQ83</b>
<b>89</b>	200435.067	8494424.263	3191.958	<b>ESQ88</b>
<b>90</b>	200496.057	8494450.313	3172.135	<b>ESQ85</b>
<b>91</b>	200507.265	8494447.344	3173.123	<b>ESQ86</b>
<b>92</b>	200452.945	8494447.213	3177.382	<b>ESQ87</b>
<b>93</b>	200494.699	8494614.033	3166.245	<b>ESQ89</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (Dron) 50m**

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>94</b>	200504.683	8494608.994	3166.835	<b>ESQ90</b>
<b>95</b>	200506.884	8494610.307	3167.376	<b>ESQ91</b>
<b>96</b>	200510.249	8494627.855	3165.950	<b>ESQ93</b>
<b>97</b>	200500.592	8494633.115	3165.892	<b>ESQ94</b>
<b>98</b>	200462.222	8494644.450	3165.762	<b>ESQ95</b>
<b>99</b>	200452.699	8494647.866	3165.533	<b>ESQ96</b>
<b>100</b>	200445.765	8494632.267	3165.984	<b>ESQ97</b>
<b>101</b>	200447.352	8494629.188	3166.757	<b>ESQ98</b>
<b>102</b>	200456.514	8494625.188	3165.884	<b>ESQ99</b>
<b>103</b>	200396.570	8494436.407	3182.666	<b>ESQ100</b>
<b>104</b>	200386.092	8494429.131	3184.782	<b>ESQ101</b>
<b>105</b>	200414.853	8494660.399	3165.661	<b>ESQ102</b>
<b>106</b>	200408.016	8494670.713	3164.952	<b>ESQ103</b>
<b>107</b>	200411.877	8494643.735	3166.169	<b>ESQ106</b>
<b>108</b>	200409.273	8494642.286	3166.305	<b>ESQ105</b>
<b>109</b>	200400.640	8494647.122	3166.555	<b>ESQ104</b>
<b>110</b>	200339.843	8494415.161	3187.118	<b>ESQ107</b>
<b>111</b>	200331.178	8494418.720	3187.368	<b>ESQ108</b>
<b>112</b>	200369.288	8494681.957	3165.678	<b>ESQ109</b>
<b>113</b>	200358.506	8494679.219	3165.505	<b>ESQ110</b>
<b>114</b>	200351.525	8494661.797	3166.930	<b>ESQ112</b>
<b>115</b>	200362.572	8494658.690	3166.321	<b>ESQ113</b>
<b>116</b>	200345.228	8494639.730	3168.747	<b>ESQ114</b>
<b>117</b>	200338.666	8494623.867	3169.942	<b>ESQ115</b>
<b>118</b>	200339.698	8494621.152	3170.195	<b>ESQ116</b>
<b>119</b>	200283.763	8494435.209	3187.932	<b>ESQ118</b>
<b>120</b>	200292.956	8494431.637	3187.721	<b>ESQ117</b>
<b>121</b>	200246.245	8494448.703	3186.619	<b>ESQ119</b>
<b>122</b>	200302.614	8494636.678	3170.234	<b>ESQ120</b>
<b>123</b>	200308.027	8494651.637	3168.434	<b>ESQ121</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (Dron) 50m**

N°	Norte	Este	Altura	Descripción
<b>124</b>	200314.536	8494672.856	3167.329	<b>ESQ122</b>
<b>125</b>	200344.060	8494683.717	3166.065	<b>ESQ111</b>
<b>126</b>	200317.152	8494699.989	3164.925	<b>ESQ123</b>
<b>127</b>	200337.282	8494765.213	3160.644	<b>ESQ124</b>
<b>128</b>	200340.387	8494774.776	3160.693	<b>ESQ125</b>
<b>129</b>	200383.297	8494760.885	3160.057	<b>ESQ127</b>
<b>130</b>	200380.395	8494752.130	3160.359	<b>ESQ126</b>
<b>131</b>	200614.514	8494790.899	3154.385	<b>ESQ128</b>
<b>132</b>	200652.482	8494778.199	3154.448	<b>ESQ129</b>
<b>133</b>	200688.081	8494766.603	3154.448	<b>ESQ130</b>
<b>134</b>	200699.802	8494762.661	3153.747	<b>ESQ131</b>
<b>135</b>	200708.201	8494764.418	3153.666	<b>ESQ132</b>
<b>136</b>	200902.044	8494705.256	3153.618	<b>ESQ133</b>

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 19.** Datos topográficos con Dron DJI Mavic 3 Enterprise (RPAS) a una altura vuelo de 60m

**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (Dron) 60m**

N°	Norte	Este	Altura	Descripción
<b>1</b>	200365.648	8494860.698	3156.923	<b>ESQ1</b>
<b>2</b>	200407.096	8494848.258	3156.957	<b>ESQ2</b>
<b>3</b>	200417.521	8494841.980	3156.961	<b>ESQ3</b>
<b>4</b>	200422.030	8494843.885	3156.752	<b>ESQ4</b>
<b>5</b>	200504.817	8494817.915	3155.850	<b>ESQ5</b>
<b>6</b>	200513.366	8494814.086	3156.387	<b>ESQ6</b>
<b>7</b>	200516.977	8494815.753	3155.742	<b>ESQ7</b>
<b>8</b>	200598.575	8494789.711	3156.531	<b>ESQ8</b>
<b>9</b>	200353.914	8494822.430	3160.036	<b>ESQ8</b>
<b>10</b>	200350.829	8494812.494	3159.384	<b>ESQ9</b>
<b>11</b>	200406.890	8494806.220	3158.572	<b>ESQ14</b>
<b>12</b>	200395.294	8494809.621	3159.326	<b>ESQ10</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (Dron) 60m**

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>13</b>	200397.438	8494810.335	3158.225	<b>ESQ12</b>
<b>14</b>	200408.017	8494845.956	3156.573	<b>ESQ</b>
<b>15</b>	200392.236	8494800.588	3160.011	<b>ESQ11</b>
<b>16</b>	200393.658	8494798.207	3159.059	<b>ESQ13</b>
<b>17</b>	200402.588	8494794.033	3159.331	<b>ESQ15</b>
<b>18</b>	200406.795	8494796.057	3158.476	<b>ESQ16</b>
<b>19</b>	200442.240	8494785.455	3159.294	<b>ESQ17</b>
<b>20</b>	200452.078	8494782.562	3158.897	<b>ESQ18</b>
<b>21</b>	200502.477	8494777.584	3158.306	<b>ESQ22</b>
<b>22</b>	200491.162	8494780.418	3159.211	<b>ESQ19</b>
<b>23</b>	200493.251	8494781.539	3158.421	<b>ESQ21</b>
<b>24</b>	200490.145	8494770.656	3159.024	<b>ESQ20</b>
<b>25</b>	200498.731	8494764.958	3159.557	<b>ESQ23</b>
<b>26</b>	200502.799	8494766.975	3159.520	<b>ESQ24</b>
<b>27</b>	200538.187	8494756.656	3159.733	<b>ESQ25</b>
<b>28</b>	200548.142	8494754.401	3160.000	<b>ESQ26</b>
<b>29</b>	200600.274	8494747.522	3158.539	<b>ESQ28</b>
<b>30</b>	200584.773	8494752.164	3158.196	<b>ESQ27</b>
<b>31</b>	200589.853	8494754.770	3157.955	<b>ESQ30</b>
<b>32</b>	200599.300	8494750.993	3157.287	<b>ESQ29</b>
<b>33</b>	200599.369	8494787.528	3156.247	<b>ESQ34</b>
<b>34</b>	200610.886	8494789.250	3155.283	<b>ESQ35</b>
<b>35</b>	200582.439	8494743.420	3158.273	<b>ESQ31</b>
<b>36</b>	200584.853	8494737.996	3157.980	<b>ESQ32</b>
<b>37</b>	200595.472	8494738.619	3158.759	<b>ESQ33</b>
<b>38</b>	200630.898	8494727.585	3158.416	<b>ESQ36</b>
<b>39</b>	200632.644	8494722.823	3157.965	<b>ESQ37</b>
<b>40</b>	200644.066	8494722.985	3157.326	<b>ESQ39</b>
<b>41</b>	200642.677	8494722.205	3156.813	<b>ESQ38</b>
<b>42</b>	200693.009	8494717.917	3156.466	<b>ESQ44</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (Dron) 60m**

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>43</b>	200682.698	8494721.006	3156.483	<b>ESQ40</b>
<b>44</b>	200684.846	8494722.043	3156.786	<b>ESQ46</b>
<b>45</b>	200692.534	8494719.758	3155.867	<b>ESQ45</b>
<b>46</b>	200679.605	8494711.785	3157.395	<b>ESQ41</b>
<b>47</b>	200680.636	8494709.626	3156.171	<b>ESQ42</b>
<b>48</b>	200688.388	8494707.922	3156.472	<b>ESQ43</b>
<b>49</b>	200708.087	8494702.802	3155.759	<b>ESQ47</b>
<b>50</b>	200713.163	8494701.166	3155.572	<b>ESQ48</b>
<b>51</b>	200733.186	8494694.922	3156.660	<b>ESQ49</b>
<b>52</b>	200770.542	8494691.929	3152.586	<b>ESQ</b>
<b>53</b>	200736.107	8494683.637	3156.811	<b>ESQ50</b>
<b>54</b>	200729.149	8494677.208	3156.652	<b>ESQ52</b>
<b>55</b>	200733.713	8494679.192	3157.368	<b>ESQ51</b>
<b>56</b>	200695.728	8494628.218	3164.579	<b>ESQ53</b>
<b>57</b>	200671.111	8494589.359	3168.721	<b>ESQ54</b>
<b>58</b>	200667.619	8494578.538	3169.543	<b>ESQ55</b>
<b>59</b>	200641.589	8494561.452	3173.117	<b>ESQ58</b>
<b>60</b>	200645.932	8494584.507	3168.916	<b>ESQ56</b>
<b>61</b>	200637.580	8494583.645	3170.040	<b>ESQ57</b>
<b>62</b>	200630.904	8494563.295	3173.309	<b>ESQ59</b>
<b>63</b>	200566.068	8494394.888	3187.206	<b>ESQ60</b>
<b>64</b>	200572.149	8494393.111	3186.238	<b>ESQ61</b>
<b>65</b>	200608.026	8494378.029	3189.022	<b>ESQ62</b>
<b>66</b>	200613.569	8494375.692	3190.245	<b>ESQ63</b>
<b>67</b>	200648.633	8494458.713	3188.225	<b>ESQ64</b>
<b>68</b>	200667.022	8494451.074	3189.116	<b>ESQ65</b>
<b>69</b>	200646.046	8494351.017	3195.513	<b>ESQ71</b>
<b>70</b>	200651.179	8494348.794	3196.354	<b>ESQ70</b>
<b>71</b>	200637.791	8494332.721	3198.341	<b>ESQ72</b>
<b>72</b>	200650.247	8494360.015	3195.391	<b>ESQ66</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (Dron) 60m**

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>73</b>	200655.733	8494357.782	3195.071	<b>ESQ67</b>
<b>74</b>	200673.830	8494399.335	3195.511	<b>ESQ68</b>
<b>75</b>	200679.193	8494429.443	3195.106	<b>ESQ69</b>
<b>76</b>	200688.380	8494334.031	3201.084	<b>ESQ74</b>
<b>77</b>	200692.364	8494342.979	3200.820	<b>ESQ73</b>
<b>78</b>	200600.241	8494595.849	3169.920	<b>ESQ75</b>
<b>79</b>	200592.226	8494598.363	3169.317	<b>ESQ76</b>
<b>80</b>	200585.677	8494580.053	3171.933	<b>ESQ78</b>
<b>81</b>	200593.757	8494576.591	3171.704	<b>ESQ77</b>
<b>82</b>	200549.584	8494452.130	3177.245	<b>ESQ79</b>
<b>83</b>	200541.756	8494452.105	3177.623	<b>ESQ80</b>
<b>84</b>	200547.990	8494616.963	3167.236	<b>ESQ82</b>
<b>85</b>	200555.945	8494609.409	3168.469	<b>ESQ81</b>
<b>86</b>	200523.497	8494604.230	3168.171	<b>ESQ92</b>
<b>87</b>	200540.854	8494593.303	3169.644	<b>ESQ84</b>
<b>88</b>	200550.123	8494590.703	3169.577	<b>ESQ83</b>
<b>89</b>	200434.606	8494425.392	3192.107	<b>ESQ88</b>
<b>90</b>	200495.034	8494450.441	3172.941	<b>ESQ85</b>
<b>91</b>	200506.229	8494447.534	3173.241	<b>ESQ86</b>
<b>92</b>	200452.211	8494447.583	3177.810	<b>ESQ87</b>
<b>93</b>	200493.698	8494614.052	3166.855	<b>ESQ89</b>
<b>94</b>	200503.971	8494609.363	3167.723	<b>ESQ90</b>
<b>95</b>	200506.087	8494610.501	3168.298	<b>ESQ91</b>
<b>96</b>	200509.381	8494627.936	3166.756	<b>ESQ93</b>
<b>97</b>	200499.690	8494633.294	3166.555	<b>ESQ94</b>
<b>98</b>	200461.458	8494644.936	3165.987	<b>ESQ95</b>
<b>99</b>	200451.881	8494648.022	3165.811	<b>ESQ96</b>
<b>100</b>	200444.939	8494632.250	3166.300	<b>ESQ97</b>
<b>101</b>	200446.427	8494629.605	3167.584	<b>ESQ98</b>
<b>102</b>	200455.962	8494625.131	3166.168	<b>ESQ99</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (Dron) 60m**

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>103</b>	200395.950	8494437.418	3182.679	<b>ESQ100</b>
<b>104</b>	200385.388	8494430.353	3185.692	<b>ESQ101</b>
<b>105</b>	200414.141	8494660.490	3166.207	<b>ESQ102</b>
<b>106</b>	200407.140	8494670.845	3165.655	<b>ESQ103</b>
<b>107</b>	200411.171	8494643.991	3167.029	<b>ESQ106</b>
<b>108</b>	200408.625	8494642.867	3166.418	<b>ESQ105</b>
<b>109</b>	200399.809	8494647.171	3166.832	<b>ESQ104</b>
<b>110</b>	200338.953	8494416.264	3187.649	<b>ESQ107</b>
<b>111</b>	200330.579	8494419.477	3187.580	<b>ESQ108</b>
<b>112</b>	200368.977	8494682.279	3166.063	<b>ESQ109</b>
<b>113</b>	200357.883	8494679.275	3165.600	<b>ESQ110</b>
<b>114</b>	200351.416	8494662.514	3167.725	<b>ESQ112</b>
<b>115</b>	200361.868	8494658.799	3166.618	<b>ESQ113</b>
<b>116</b>	200344.326	8494640.395	3169.007	<b>ESQ114</b>
<b>117</b>	200337.868	8494624.085	3170.608	<b>ESQ115</b>
<b>118</b>	200338.794	8494622.180	3170.457	<b>ESQ116</b>
<b>119</b>	200282.727	8494436.617	3188.527	<b>ESQ118</b>
<b>120</b>	200292.281	8494432.812	3188.651	<b>ESQ117</b>
<b>121</b>	200245.539	8494449.555	3186.886	<b>ESQ119</b>
<b>122</b>	200301.964	8494637.500	3171.114	<b>ESQ120</b>
<b>123</b>	200306.384	8494651.560	3168.784	<b>ESQ121</b>
<b>124</b>	200313.158	8494674.050	3167.877	<b>ESQ122</b>
<b>125</b>	200343.384	8494683.984	3166.861	<b>ESQ111</b>
<b>126</b>	200316.502	8494700.177	3165.873	<b>ESQ123</b>
<b>127</b>	200336.632	8494765.408	3161.410	<b>ESQ124</b>
<b>128</b>	200339.661	8494774.631	3161.189	<b>ESQ125</b>
<b>129</b>	200382.557	8494761.336	3160.664	<b>ESQ127</b>
<b>130</b>	200379.726	8494752.212	3161.329	<b>ESQ126</b>
<b>131</b>	200613.670	8494790.690	3155.060	<b>ESQ128</b>
<b>132</b>	200651.969	8494778.363	3154.989	<b>ESQ129</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (Dron) 60m**

N°	Norte	Este	Altura	Descripción
<b>133</b>	200687.297	8494766.449	3154.957	<b>ESQ130</b>
<b>134</b>	200698.727	8494762.406	3154.082	<b>ESQ131</b>
<b>135</b>	200707.158	8494763.838	3154.051	<b>ESQ132</b>
<b>136</b>	200901.361	8494705.757	3154.470	<b>ESQ133</b>

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 20.** Datos topográficos con dron DJI Mavic 3 Enterprise (RPAS)a una altura vuelo de 70m

**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (Dron) 70m**

N°	Norte	Este	Altura	Descripción
<b>1</b>	8494860.684	200367.060	3157.340	<b>ESQ1</b>
<b>2</b>	8494848.244	200408.508	3157.091	<b>ESQ2</b>
<b>3</b>	8494841.965	200418.934	3157.492	<b>ESQ3</b>
<b>4</b>	8494843.870	200423.442	3157.302	<b>ESQ4</b>
<b>5</b>	8494817.901	200506.229	3156.114	<b>ESQ5</b>
<b>6</b>	8494814.071	200514.778	3157.040	<b>ESQ6</b>
<b>7</b>	8494815.738	200518.389	3156.072	<b>ESQ7</b>
<b>8</b>	8494789.697	200599.987	3157.181	<b>ESQ8</b>
<b>9</b>	8494822.416	200355.326	3160.668	<b>ESQ8</b>
<b>10</b>	8494812.480	200352.241	3160.149	<b>ESQ9</b>
<b>11</b>	8494806.205	200408.302	3159.484	<b>ESQ14</b>
<b>12</b>	8494809.606	200396.707	3159.655	<b>ESQ10</b>
<b>13</b>	8494810.321	200398.850	3158.407	<b>ESQ12</b>
<b>14</b>	8494845.942	200409.429	3157.522	<b>ESQ</b>
<b>15</b>	8494800.574	200393.648	3160.174	<b>ESQ11</b>
<b>16</b>	8494798.192	200395.070	3159.995	<b>ESQ13</b>
<b>17</b>	8494794.019	200404.000	3159.642	<b>ESQ15</b>
<b>18</b>	8494796.043	200408.207	3158.515	<b>ESQ16</b>
<b>19</b>	8494785.441	200443.652	3160.237	<b>ESQ17</b>
<b>20</b>	8494782.548	200453.490	3159.202	<b>ESQ18</b>
<b>21</b>	8494777.569	200503.889	3158.977	<b>ESQ22</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (Dron) 70m**

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>22</b>	8494780.404	200492.574	3159.946	<b>ESQ19</b>
<b>23</b>	8494781.528	200494.664	3158.457	<b>ESQ21</b>
<b>24</b>	8494770.529	200490.285	3159.804	<b>ESQ20</b>
<b>25</b>	8494764.943	200500.143	3160.105	<b>ESQ23</b>
<b>26</b>	8494766.961	200504.211	3159.985	<b>ESQ24</b>
<b>27</b>	8494756.642	200539.599	3159.897	<b>ESQ25</b>
<b>28</b>	8494754.386	200549.554	3160.310	<b>ESQ26</b>
<b>29</b>	8494747.508	200601.686	3158.998	<b>ESQ28</b>
<b>30</b>	8494752.150	200586.185	3158.985	<b>ESQ27</b>
<b>31</b>	8494754.756	200591.265	3158.613	<b>ESQ30</b>
<b>32</b>	8494750.979	200600.712	3157.342	<b>ESQ29</b>
<b>33</b>	8494787.514	200600.781	3156.931	<b>ESQ34</b>
<b>34</b>	8494789.236	200612.299	3155.296	<b>ESQ35</b>
<b>35</b>	8494743.406	200583.851	3158.437	<b>ESQ31</b>
<b>36</b>	8494737.982	200586.265	3158.458	<b>ESQ32</b>
<b>37</b>	8494738.604	200596.882	3159.032	<b>ESQ33</b>
<b>38</b>	8494727.571	200632.310	3159.387	<b>ESQ36</b>
<b>39</b>	8494722.809	200634.056	3158.150	<b>ESQ37</b>
<b>40</b>	8494722.971	200645.478	3157.962	<b>ESQ39</b>
<b>41</b>	8494722.191	200644.089	3157.430	<b>ESQ38</b>
<b>42</b>	8494717.902	200694.421	3157.027	<b>ESQ44</b>
<b>43</b>	8494720.991	200684.110	3157.337	<b>ESQ40</b>
<b>44</b>	8494722.029	200686.259	3156.902	<b>ESQ46</b>
<b>45</b>	8494719.744	200693.977	3155.948	<b>ESQ45</b>
<b>46</b>	8494711.770	200681.017	3157.611	<b>ESQ41</b>
<b>47</b>	8494709.611	200682.050	3157.150	<b>ESQ42</b>
<b>48</b>	8494707.907	200689.800	3157.122	<b>ESQ43</b>
<b>49</b>	8494702.787	200709.499	3156.136	<b>ESQ47</b>
<b>50</b>	8494701.152	200714.575	3156.440	<b>ESQ48</b>
<b>51</b>	8494694.908	200734.598	3157.564	<b>ESQ49</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (Dron) 70m**

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>52</b>	8494691.697	200771.838	3153.295	<b>ESQ</b>
<b>53</b>	8494683.623	200737.520	3157.166	<b>ESQ50</b>
<b>54</b>	8494677.194	200730.561	3157.040	<b>ESQ52</b>
<b>55</b>	8494679.178	200735.125	3157.792	<b>ESQ51</b>
<b>56</b>	8494628.204	200697.141	3164.792	<b>ESQ53</b>
<b>57</b>	8494589.345	200672.524	3168.894	<b>ESQ54</b>
<b>58</b>	8494578.523	200669.031	3170.285	<b>ESQ55</b>
<b>59</b>	8494561.438	200643.001	3173.241	<b>ESQ58</b>
<b>60</b>	8494584.492	200647.344	3169.086	<b>ESQ56</b>
<b>61</b>	8494583.631	200638.992	3170.848	<b>ESQ57</b>
<b>62</b>	8494563.281	200632.316	3173.543	<b>ESQ59</b>
<b>63</b>	8494394.873	200567.480	3187.472	<b>ESQ60</b>
<b>64</b>	8494393.096	200573.561	3186.318	<b>ESQ61</b>
<b>65</b>	8494378.015	200609.439	3189.229	<b>ESQ62</b>
<b>66</b>	8494375.677	200614.982	3190.517	<b>ESQ63</b>
<b>67</b>	8494458.698	200650.046	3188.673	<b>ESQ64</b>
<b>68</b>	8494451.058	200668.434	3189.392	<b>ESQ65</b>
<b>69</b>	8494351.002	200647.458	3195.901	<b>ESQ71</b>
<b>70</b>	8494348.780	200652.591	3196.815	<b>ESQ70</b>
<b>71</b>	8494332.706	200639.203	3198.630	<b>ESQ72</b>
<b>72</b>	8494360.001	200651.660	3196.246	<b>ESQ66</b>
<b>73</b>	8494357.768	200657.145	3195.091	<b>ESQ67</b>
<b>74</b>	8494399.321	200675.242	3195.975	<b>ESQ68</b>
<b>75</b>	8494429.429	200680.605	3195.837	<b>ESQ69</b>
<b>76</b>	8494334.016	200689.792	3201.807	<b>ESQ74</b>
<b>77</b>	8494342.964	200693.776	3201.792	<b>ESQ73</b>
<b>78</b>	8494595.835	200601.653	3170.677	<b>ESQ75</b>
<b>79</b>	8494598.348	200593.638	3170.108	<b>ESQ76</b>
<b>80</b>	8494580.039	200587.089	3171.959	<b>ESQ78</b>
<b>81</b>	8494576.576	200595.169	3171.834	<b>ESQ77</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (Dron) 70m**

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>82</b>	8494452.116	200550.996	3177.540	<b>ESQ79</b>
<b>83</b>	8494452.091	200543.168	3177.917	<b>ESQ80</b>
<b>84</b>	8494616.948	200549.402	3167.522	<b>ESQ82</b>
<b>85</b>	8494609.395	200557.357	3169.004	<b>ESQ81</b>
<b>86</b>	8494604.216	200524.909	3168.221	<b>ESQ92</b>
<b>87</b>	8494593.288	200542.266	3170.045	<b>ESQ84</b>
<b>88</b>	8494590.688	200551.535	3169.866	<b>ESQ83</b>
<b>89</b>	8494425.378	200436.018	3192.823	<b>ESQ88</b>
<b>90</b>	8494450.426	200496.446	3173.681	<b>ESQ85</b>
<b>91</b>	8494447.520	200507.641	3174.000	<b>ESQ86</b>
<b>92</b>	8494447.569	200453.624	3177.979	<b>ESQ87</b>
<b>93</b>	8494614.037	200495.110	3167.050	<b>ESQ89</b>
<b>94</b>	8494609.349	200505.383	3168.572	<b>ESQ90</b>
<b>95</b>	8494610.486	200507.499	3169.044	<b>ESQ91</b>
<b>96</b>	8494627.922	200510.793	3167.119	<b>ESQ93</b>
<b>97</b>	8494633.280	200501.102	3166.565	<b>ESQ94</b>
<b>98</b>	8494644.921	200462.870	3166.372	<b>ESQ95</b>
<b>99</b>	8494648.008	200453.294	3165.863	<b>ESQ96</b>
<b>100</b>	8494632.236	200446.351	3166.570	<b>ESQ97</b>
<b>101</b>	8494629.590	200447.839	3168.110	<b>ESQ98</b>
<b>102</b>	8494625.117	200457.374	3166.352	<b>ESQ99</b>
<b>103</b>	8494437.403	200397.362	3183.104	<b>ESQ100</b>
<b>104</b>	8494430.339	200386.800	3186.632	<b>ESQ101</b>
<b>105</b>	8494660.475	200415.553	3166.514	<b>ESQ102</b>
<b>106</b>	8494670.831	200408.552	3166.089	<b>ESQ103</b>
<b>107</b>	8494643.977	200412.584	3167.826	<b>ESQ106</b>
<b>108</b>	8494642.853	200410.037	3166.812	<b>ESQ105</b>
<b>109</b>	8494647.157	200401.221	3167.343	<b>ESQ104</b>
<b>110</b>	8494416.250	200340.365	3187.912	<b>ESQ107</b>
<b>111</b>	8494419.463	200331.991	3188.273	<b>ESQ108</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (Dron) 70m**

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>112</b>	8494682.265	200370.389	3166.961	<b>ESQ109</b>
<b>113</b>	8494679.260	200359.295	3166.516	<b>ESQ110</b>
<b>114</b>	8494662.500	200352.829	3167.798	<b>ESQ112</b>
<b>115</b>	8494658.785	200363.280	3167.301	<b>ESQ113</b>
<b>116</b>	8494640.381	200345.738	3169.322	<b>ESQ114</b>
<b>117</b>	8494624.071	200339.281	3171.170	<b>ESQ115</b>
<b>118</b>	8494622.166	200340.207	3170.542	<b>ESQ116</b>
<b>119</b>	8494436.603	200284.139	3188.897	<b>ESQ118</b>
<b>120</b>	8494432.798	200293.693	3188.980	<b>ESQ117</b>
<b>121</b>	8494449.541	200246.951	3187.157	<b>ESQ119</b>
<b>122</b>	8494637.485	200303.377	3171.199	<b>ESQ120</b>
<b>123</b>	8494651.546	200307.796	3169.429	<b>ESQ121</b>
<b>124</b>	8494674.036	200314.570	3168.124	<b>ESQ122</b>
<b>125</b>	8494683.970	200344.796	3167.176	<b>ESQ111</b>
<b>126</b>	8494700.162	200317.914	3166.529	<b>ESQ123</b>
<b>127</b>	8494765.393	200338.045	3161.950	<b>ESQ124</b>
<b>128</b>	8494774.617	200341.073	3161.920	<b>ESQ125</b>
<b>129</b>	8494761.321	200383.969	3161.237	<b>ESQ127</b>
<b>130</b>	8494752.197	200381.139	3161.548	<b>ESQ126</b>
<b>131</b>	8494790.675	200615.082	3155.615	<b>ESQ128</b>
<b>132</b>	8494778.348	200653.381	3155.239	<b>ESQ129</b>
<b>133</b>	8494766.435	200688.709	3155.789	<b>ESQ130</b>
<b>134</b>	8494762.392	200700.139	3154.835	<b>ESQ131</b>
<b>135</b>	8494763.823	200708.570	3154.651	<b>ESQ132</b>
<b>136</b>	8494705.742	200902.773	3155.200	<b>ESQ133</b>

*Fuente:* Elaboración propia



**Tabla 21.** Condiciones climáticas para vuelo de dron

<b>Condiciones Climáticas</b>	<b>A 50m de altura</b>	<b>A 60m de altura</b>	<b>A 70m de altura</b>
Temperatura	15°C	17°C	18°C
Viento	5 km/h	6.3 km/h	6.5 km/h
Ráfagas	6 km/h	7.2 km/h	7 km/h
Precipitaciones Probables	25%	8%	20%
Satélites	30	28	31

*Fuente:* Elaboración propia

NOTA: Se opta por tomar los datos del levantamiento topográfico con RPAS (Dron) a una altura de 50 metros por que se hizo una comparación respecto a la triangulación georreferenciada de los puntos geodésicos dando mejores resultados respecto a las alturas de 60 y 70 metros.

**Tabla 22.** Datos topográficos con estación total TOPCON OS-105

<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION TOTAL</b>				
<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	200364.018	8494860.146	3156.371	<b>ESQ1</b>
<b>2</b>	200405.427	8494847.769	3155.727	<b>ESQ2</b>
<b>3</b>	200416.000	8494841.552	3156.391	<b>ESQ3</b>
<b>4</b>	200420.297	8494843.348	3155.678	<b>ESQ4</b>
<b>5</b>	200503.102	8494817.813	3154.932	<b>ESQ5</b>
<b>6</b>	200512.393	8494813.111	3155.066	<b>ESQ6</b>
<b>7</b>	200515.226	8494814.443	3154.875	<b>ESQ7</b>
<b>8</b>	200597.165	8494789.246	3155.196	<b>ESQ8</b>
<b>9</b>	200352.356	8494821.891	3158.142	<b>ESQ8</b>
<b>10</b>	200349.484	8494812.363	3158.538	<b>ESQ9</b>
<b>11</b>	200405.131	8494805.707	3157.847	<b>ESQ14</b>
<b>12</b>	200394.081	8494808.950	3157.930	<b>ESQ10</b>
<b>13</b>	200395.887	8494809.987	3157.993	<b>ESQ12</b>
<b>14</b>	200406.769	8494845.487	3155.779	<b>ESQ</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON  
ESTACION TOTAL**

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>15</b>	200390.676	8494800.167	3158.363	<b>ESQ11</b>
<b>16</b>	200392.044	8494797.753	3158.033	<b>ESQ13</b>
<b>17</b>	200401.270	8494793.357	3158.276	<b>ESQ15</b>
<b>18</b>	200405.341	8494795.481	3158.119	<b>ESQ16</b>
<b>19</b>	200440.714	8494784.824	3158.185	<b>ESQ17</b>
<b>20</b>	200450.307	8494781.969	3158.170	<b>ESQ18</b>
<b>21</b>	200501.015	8494776.724	3157.977	<b>ESQ22</b>
<b>22</b>	200490.017	8494779.959	3157.681	<b>ESQ19</b>
<b>23</b>	200491.912	8494781.104	3157.602	<b>ESQ21</b>
<b>24</b>	200488.540	8494770.513	3158.207	<b>ESQ20</b>
<b>25</b>	200497.255	8494764.572	3158.289	<b>ESQ23</b>
<b>26</b>	200500.992	8494766.635	3158.162	<b>ESQ24</b>
<b>27</b>	200536.662	8494755.994	3158.357	<b>ESQ25</b>
<b>28</b>	200546.534	8494753.912	3158.373	<b>ESQ26</b>
<b>29</b>	200599.224	8494747.289	3157.379	<b>ESQ28</b>
<b>30</b>	200583.407	8494751.610	3157.390	<b>ESQ27</b>
<b>31</b>	200588.423	8494754.342	3157.033	<b>ESQ30</b>
<b>32</b>	200597.673	8494750.526	3157.032	<b>ESQ29</b>
<b>33</b>	200598.211	8494787.102	3155.135	<b>ESQ34</b>
<b>34</b>	200609.303	8494788.900	3154.419	<b>ESQ35</b>
<b>35</b>	200581.174	8494742.903	3157.682	<b>ESQ31</b>
<b>36</b>	200583.437	8494737.485	3157.757	<b>ESQ32</b>
<b>37</b>	200594.070	8494738.059	3157.542	<b>ESQ33</b>
<b>38</b>	200629.687	8494727.062	3156.961	<b>ESQ36</b>
<b>39</b>	200631.409	8494722.423	3157.033	<b>ESQ37</b>
<b>40</b>	200642.855	8494722.854	3156.444	<b>ESQ39</b>
<b>41</b>	200641.228	8494721.942	3156.306	<b>ESQ38</b>
<b>42</b>	200691.777	8494717.166	3155.145	<b>ESQ44</b>
<b>43</b>	200681.663	8494720.420	3155.248	<b>ESQ40</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON  
ESTACION TOTAL**

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>44</b>	200683.731	8494721.342	3155.304	<b>ESQ46</b>
<b>45</b>	200690.705	8494719.221	3155.003	<b>ESQ45</b>
<b>46</b>	200678.434	8494711.445	3155.793	<b>ESQ41</b>
<b>47</b>	200679.480	8494709.225	3155.351	<b>ESQ42</b>
<b>48</b>	200687.029	8494707.510	3155.666	<b>ESQ43</b>
<b>49</b>	200706.449	8494702.512	3154.782	<b>ESQ47</b>
<b>50</b>	200711.753	8494700.722	3154.876	<b>ESQ48</b>
<b>51</b>	200732.140	8494694.687	3154.915	<b>ESQ49</b>
<b>52</b>	200768.815	8494691.359	3152.319	<b>ESQ</b>
<b>53</b>	200735.395	8494684.407	3155.167	<b>ESQ50</b>
<b>54</b>	200727.583	8494676.817	3155.665	<b>ESQ52</b>
<b>55</b>	200732.314	8494678.718	3155.432	<b>ESQ51</b>
<b>56</b>	200694.404	8494627.833	3163.668	<b>ESQ53</b>
<b>57</b>	200669.852	8494588.940	3167.704	<b>ESQ54</b>
<b>58</b>	200666.405	8494578.121	3168.271	<b>ESQ55</b>
<b>59</b>	200640.078	8494561.120	3172.031	<b>ESQ58</b>
<b>60</b>	200644.498	8494584.120	3168.243	<b>ESQ56</b>
<b>61</b>	200636.188	8494583.383	3169.342	<b>ESQ57</b>
<b>62</b>	200629.729	8494563.098	3172.172	<b>ESQ59</b>
<b>63</b>	200564.782	8494394.397	3186.131	<b>ESQ60</b>
<b>64</b>	200570.603	8494392.872	3185.893	<b>ESQ61</b>
<b>65</b>	200606.817	8494378.030	3187.686	<b>ESQ62</b>
<b>66</b>	200612.341	8494375.436	3188.864	<b>ESQ63</b>
<b>67</b>	200647.295	8494458.434	3186.772	<b>ESQ64</b>
<b>68</b>	200665.038	8494451.408	3188.468	<b>ESQ65</b>
<b>69</b>	200645.003	8494350.871	3194.875	<b>ESQ71</b>
<b>70</b>	200650.084	8494348.694	3195.076	<b>ESQ70</b>
<b>71</b>	200637.028	8494332.568	3197.490	<b>ESQ72</b>
<b>72</b>	200648.971	8494359.866	3194.197	<b>ESQ66</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON  
ESTACION TOTAL**

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>73</b>	200654.389	8494357.527	3194.855	<b>ESQ67</b>
<b>74</b>	200672.716	8494399.214	3194.181	<b>ESQ68</b>
<b>75</b>	200678.616	8494428.818	3193.478	<b>ESQ69</b>
<b>76</b>	200687.242	8494333.852	3200.638	<b>ESQ74</b>
<b>77</b>	200691.163	8494342.958	3199.769	<b>ESQ73</b>
<b>78</b>	200598.752	8494595.400	3168.969	<b>ESQ75</b>
<b>79</b>	200590.399	8494598.144	3168.586	<b>ESQ76</b>
<b>80</b>	200584.515	8494579.682	3170.498	<b>ESQ78</b>
<b>81</b>	200592.379	8494576.254	3170.856	<b>ESQ77</b>
<b>82</b>	200548.376	8494451.763	3176.584	<b>ESQ79</b>
<b>83</b>	200540.138	8494451.794	3176.529	<b>ESQ80</b>
<b>84</b>	200546.639	8494616.584	3166.485	<b>ESQ82</b>
<b>85</b>	200554.529	8494609.059	3167.490	<b>ESQ81</b>
<b>86</b>	200521.971	8494603.893	3166.741	<b>ESQ92</b>
<b>87</b>	200539.518	8494592.963	3168.527	<b>ESQ84</b>
<b>88</b>	200548.762	8494590.271	3168.613	<b>ESQ83</b>
<b>89</b>	200433.231	8494425.272	3191.113	<b>ESQ88</b>
<b>90</b>	200493.860	8494450.316	3171.384	<b>ESQ85</b>
<b>91</b>	200505.016	8494447.334	3172.266	<b>ESQ86</b>
<b>92</b>	200450.539	8494447.242	3177.211	<b>ESQ87</b>
<b>93</b>	200492.465	8494613.590	3166.097	<b>ESQ89</b>
<b>94</b>	200502.587	8494609.022	3166.393	<b>ESQ90</b>
<b>95</b>	200504.503	8494610.099	3166.426	<b>ESQ91</b>
<b>96</b>	200508.054	8494627.493	3165.628	<b>ESQ93</b>
<b>97</b>	200498.300	8494632.773	3165.384	<b>ESQ94</b>
<b>98</b>	200459.943	8494644.264	3165.008	<b>ESQ95</b>
<b>99</b>	200450.514	8494647.577	3165.067	<b>ESQ96</b>
<b>100</b>	200443.636	8494631.803	3165.754	<b>ESQ97</b>
<b>101</b>	200445.098	8494628.967	3165.866	<b>ESQ98</b>



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON  
ESTACION TOTAL**

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>102</b>	200454.227	8494624.810	3165.875	<b>ESQ99</b>
<b>103</b>	200394.438	8494437.036	3182.631	<b>ESQ100</b>
<b>104</b>	200385.285	8494430.189	3184.475	<b>ESQ101</b>
<b>105</b>	200412.596	8494660.031	3165.135	<b>ESQ102</b>
<b>106</b>	200405.684	8494670.404	3164.070	<b>ESQ103</b>
<b>107</b>	200409.440	8494643.285	3165.607	<b>ESQ106</b>
<b>108</b>	200407.225	8494642.165	3165.859	<b>ESQ105</b>
<b>109</b>	200398.534	8494646.690	3165.824	<b>ESQ104</b>
<b>110</b>	200337.619	8494415.971	3186.903	<b>ESQ107</b>
<b>111</b>	200328.772	8494418.962	3186.559	<b>ESQ108</b>
<b>112</b>	200367.126	8494681.876	3164.796	<b>ESQ109</b>
<b>113</b>	200356.222	8494678.946	3165.077	<b>ESQ110</b>
<b>114</b>	200349.913	8494662.129	3166.617	<b>ESQ112</b>
<b>115</b>	200360.161	8494658.362	3166.146	<b>ESQ113</b>
<b>116</b>	200343.095	8494639.886	3167.853	<b>ESQ114</b>
<b>117</b>	200336.662	8494623.783	3169.347	<b>ESQ115</b>
<b>118</b>	200337.592	8494621.672	3169.340	<b>ESQ116</b>
<b>119</b>	200281.465	8494435.951	3187.579	<b>ESQ118</b>
<b>120</b>	200290.831	8494432.282	3186.902	<b>ESQ117</b>
<b>121</b>	200244.173	8494449.178	3186.589	<b>ESQ119</b>
<b>122</b>	200300.262	8494636.567	3169.563	<b>ESQ120</b>
<b>123</b>	200306.344	8494651.650	3168.377	<b>ESQ121</b>
<b>124</b>	200312.999	8494673.875	3166.888	<b>ESQ122</b>
<b>125</b>	200341.789	8494683.381	3165.140	<b>ESQ111</b>
<b>126</b>	200314.894	8494699.542	3164.269	<b>ESQ123</b>
<b>127</b>	200334.968	8494764.795	3160.507	<b>ESQ124</b>
<b>128</b>	200337.861	8494774.153	3160.064	<b>ESQ125</b>
<b>129</b>	200381.094	8494761.187	3159.687	<b>ESQ127</b>
<b>130</b>	200378.315	8494751.749	3159.963	<b>ESQ126</b>



---

**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON  
ESTACION TOTAL**

---

<b>N°</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>	<b>Descripción</b>
<b>131</b>	200612.053	8494790.281	3154.219	<b>ESQ128</b>
<b>132</b>	200652.023	8494778.396	3153.583	<b>ESQ129</b>
<b>133</b>	200685.750	8494765.179	3153.602	<b>ESQ130</b>
<b>134</b>	200697.321	8494761.438	3153.455	<b>ESQ131</b>
<b>135</b>	200705.697	8494763.694	3153.283	<b>ESQ132</b>
<b>136</b>	200899.964	8494705.348	3153.602	<b>ESQ133</b>

---

*Fuente:* Elaboración propia



### 3.7.3. Cálculos vinculados con la cuantificación de las variables

#### 3.7.3.1. Cálculos vinculados a los costos

**Tabla 23.** Cuadro de costo estimado del levantamiento con RPAS (dron) y GPS diferencial

	Día 1 (A 50m de Altura)	Día 2 (A 60m de Altura)	Día 3 (A 70m de Altura)
<b>Alquiler de equipos</b>			
DRONE Mavic3Eenterprise (incl. Procesamiento)	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00
<b>Personal técnico</b>			
Personal de apoyo	S/ 70.00	S/ 70.00	S/ 70.00
<b>Viáticos</b>			
Pasajes	S/ 10.00	S/ 10.00	S/ 10.00
Almuerzos	S/ 30.00	S/ 30.00	S/ 30.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>S/ 2,610.00</b>	<b>S/ 2,610.00</b>	<b>S/ 2,610.00</b>
	<b>COSTO TOTAL ESTIMADO</b>	<b>S/ 7,830.00</b>	

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 24.** Costo estimado de georreferenciación con GPS diferencial

	<b>Día 1</b>
<b>Alquiler de equipos</b>	
GPS diferencial Emlid Reach RS2	S/ 350.00
<b>Personal técnico</b>	
Personal de apoyo	S/ 70.00
<b>Viáticos</b>	
Pasajes	S/ 10.00
Almuerzos	S/ 30.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>S/ 460.00</b>
<b>COSTO TOTAL ESTIMADO</b>	<b>S/ 460.00</b>

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 25.** Costo estimado para certificación de puntos geodésicos

	<b>Punto Geodésico N°1</b>	<b>Punto Geodésico N°2</b>	<b>Punto Geodésico N°3</b>
<b>Costos para solicitar certificación de puntos geodésicos de orden "C"</b>			
Data	S/ 200.00	S/ 200.00	S/ 200.00
Ficha técnica	S/ 300.00	S/ 300.00	S/ 300.00
Certificación	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>S/ 1,500.00</b>	<b>S/ 1,500.00</b>	<b>S/ 1,500.00</b>
<b>COSTO TOTAL ESTIMADO</b>	<b>S/ 4,500.00</b>		

*Fuente:* Elaboración propia



**Tabla 26.** Cuadro de costo estimado del levantamiento con estación total

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
<b>Alquiler de equipos</b>							
Estación total Topcon OS105 (incl. trípode)	-	-	S/ 120.00				
Prisma (02 und)	-	-	S/ 30.00				
<b>Materiales y/o insumos</b>							
Hormigón	S/ 34.00	-	-	-	-	-	-
Cemento portland tipo IP	S/ 82.50	-	-	-	-	-	-
Yeso	-	S/ 20.00	-	-	-	-	-
Pintura spray en aerosol	-	S/ 20.00	-	-	-	-	-
Puntos geodésicos de bronce	S/ 840.00	-	-	-	-	-	-
Plancha badilejo	S/ 21.80	-	-	-	-	-	-
Guantes de caucho multipropósito	S/ 11.80	-	-	-	-	-	-
<b>Personal técnico</b>							
Personal de apoyo	-	-	S/ 70.00				
<b>Viáticos</b>							
Pasajes	-	S/ 10.00	-	-	-	-	-
Alquiler de auto	S/ 50.00	-	S/ 50.00				
Almuerzos	S/ 20.00	S/ 20.00	S/ 30.00				
<b>SUBTOTAL</b>	S/ 1,060.10	S/ 70.00	S/ 300.00				
<b>COSTO TOTAL ESTIMADO</b>							<b>S/ 2,630.10</b>

Fuente: Elaboración propia



3.7.3.2. Cálculos vinculados al tiempo

Tabla 27. Cuadro de tiempo estimado con RPAS (dron)

	Día 1	Día 2
<b>Alquiler de equipos</b>		
Tiempo de instalación y calibración	-	10 min
Tiempo de carga	-	36 min
Tiempo de desinstalación de equipos	-	4 h
<b>Materiales y/o insumos</b>		
Tiempo de compra	-	
Tiempo de cotización	-	10 min
Tiempo de traslado de materiales	-	1 h
<b>Viáticos</b>		
Tiempo de ida y vuelta	-	1h 30min
Tiempo de flete para equipos y materiales	-	1h 30min
<b>SUBTOTAL</b>	-	8h 56min
	<b>TIEMPO TOTAL ESTIMADO</b>	8h 56min

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 28.** Cuadro de tiempo estimado con Estación Total

	<b>Día 3</b>	<b>Día 4</b>	<b>Día 5</b>	<b>Día 6</b>	<b>Día 7</b>
<b>Alquiler de equipos</b>					
Tiempo de instalación y calibración	10 min	10 min	10 min	10 min	10 min
Tiempo de carga	5 h	5 h	5 h	5 h	5 h
Tiempo de recolección de data	8 h	6 h	8 h	8 h	6h 30min
Tiempo de desinstalación de equipos	50 min	50 min	50 min	50 min	50 min
<b>Materiales y/o insumos</b>					
Tiempo de compra	30 min				
Tiempo de cotización	10 min				
Tiempo de traslado de materiales	1 h				
<b>Personal técnico</b>					
Tiempo de trabajo de personal	8 h	6 h	8 h	8 h	6h 30min
<b>Viáticos</b>					
Tiempo de ida y vuelta	1 h	1 h	1 h	1 h	1 h
Tiempo de flete para equipos y materiales	1 h	1 h	1 h	1 h	1 h
<b>SUBTOTAL</b>	<b>25h 40min</b>	<b>20 h</b>	<b>24 h</b>	<b>24 h</b>	<b>21 h</b>
<b>TIEMPO TOTAL ESTIMADO</b>					<b>114h 40min</b>

*Fuente:* Elaboración propia



3.7.3.3. Cálculos vinculados a la precisión

**Tabla 29.** Cuadro resumen de las coordenadas de GPS diferencial, RPAS (dron) y estación total

Descripción	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRON GEOREFERENCIADO A PUNTOS GEODÉSICOS			LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS DRON 50m			LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION TOTAL		
	Norte	Este	Altura	Norte	Este	Altura	Norte	Este	Altura
ESQ1	200365.818	8494860.603	3156.389	200365.900	8494860.072	3155.351	200364.018	8494860.146	3156.371
ESQ2	200407.508	8494848.242	3155.999	200406.817	8494847.822	3155.042	200405.427	8494847.769	3155.727
ESQ3	200418.302	8494842.097	3156.560	200417.526	8494841.477	3154.534	200416.000	8494841.552	3156.391
ESQ4	200422.403	8494844.015	3156.351	200421.772	8494843.303	3155.047	200420.297	8494843.348	3155.678
ESQ5	200505.495	8494818.512	3155.326	200504.008	8494818.066	3154.837	200503.102	8494817.813	3154.932
ESQ6	200513.989	8494813.637	3155.801	200513.623	8494813.528	3154.395	200512.393	8494813.111	3155.066
ESQ7	200517.508	8494815.172	3155.609	200516.798	8494814.996	3153.051	200515.226	8494814.443	3154.875
ESQ8	200599.290	8494789.798	3155.893	200598.207	8494789.260	3155.120	200597.165	8494789.246	3155.196
ESQ8	200354.751	8494822.339	3159.137	200353.975	8494821.986	3156.097	200352.356	8494821.891	3158.142
ESQ9	200351.517	8494812.883	3159.064	200350.517	8494812.265	3157.211	200349.484	8494812.363	3158.538
ESQ14	200407.546	8494806.343	3158.032	200406.884	8494806.059	3155.897	200405.131	8494805.707	3157.847
ESQ10	200396.069	8494809.272	3158.572	200395.110	8494809.160	3156.201	200394.081	8494808.950	3157.930
ESQ12	200398.146	8494810.171	3157.998	200397.160	8494810.020	3156.941	200395.887	8494809.987	3157.993
ESQ	200408.794	8494845.829	3156.342	200407.975	8494845.408	3154.641	200406.769	8494845.487	3155.779
ESQ11	200392.796	8494800.447	3159.095	200392.169	8494800.316	3156.385	200390.676	8494800.167	3158.363



Descripción	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRON GEOREFERENCIADO A PUNTOS GEODÉSICOS			LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS DRON 50m			LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION TOTAL		
	Norte	Este	Altura	Norte	Este	Altura	Norte	Este	Altura
ESQ13	200394.330	8494798.013	3158.686	200393.171	8494797.657	3156.739	200392.044	8494797.753	3158.033
ESQ15	200403.628	8494794.163	3158.710	200403.035	8494793.725	3158.119	200401.270	8494793.357	3158.276
ESQ16	200407.523	8494796.174	3158.211	200406.646	8494795.564	3157.698	200405.341	8494795.481	3158.119
ESQ17	200442.914	8494785.273	3159.121	200442.028	8494784.944	3157.867	200440.714	8494784.824	3158.185
ESQ18	200452.659	8494782.628	3158.500	200451.751	8494782.245	3156.267	200450.307	8494781.969	3158.170
ESQ22	200503.383	8494777.407	3158.299	200502.523	8494777.293	3155.592	200501.015	8494776.724	3157.977
ESQ19	200492.131	8494780.402	3158.350	200491.333	8494780.002	3155.846	200490.017	8494779.959	3157.681
ESQ21	200494.052	8494781.563	3157.702	200493.159	8494781.113	3155.970	200491.912	8494781.104	3157.602
ESQ20	200491.124	8494770.874	3158.535	200490.285	8494770.529	3157.097	200488.540	8494770.513	3158.207
ESQ23	200499.164	8494764.743	3158.627	200498.763	8494765.045	3156.767	200497.255	8494764.572	3158.289
ESQ24	200502.894	8494767.045	3158.543	200502.296	8494766.791	3157.567	200500.992	8494766.635	3158.162
ESQ25	200538.692	8494756.118	3159.100	200537.934	8494756.110	3155.898	200536.662	8494755.994	3158.357
ESQ26	200548.839	8494754.483	3159.304	200547.957	8494754.056	3157.892	200546.534	8494753.912	3158.373
ESQ28	200601.377	8494748.241	3157.743	200600.621	8494747.617	3155.786	200599.224	8494747.289	3157.379
ESQ27	200585.611	8494752.333	3157.610	200584.624	8494751.774	3155.241	200583.407	8494751.610	3157.390
ESQ30	200590.797	8494755.006	3157.605	200589.783	8494754.552	3154.910	200588.423	8494754.342	3157.033
ESQ29	200600.044	8494750.781	3157.055	200598.967	8494750.163	3156.459	200597.673	8494750.526	3157.032



Descripción	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRON GEOREFERENCIADO A PUNTOS GEODÉSICOS			LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS DRON 50m			LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION TOTAL		
	Norte	Este	Altura	Norte	Este	Altura	Norte	Este	Altura
ESQ34	200600.296	8494787.576	3155.275	200599.070	8494786.832	3154.308	200598.211	8494787.102	3155.135
ESQ35	200611.807	8494789.575	3154.893	200610.744	8494788.846	3152.810	200609.303	8494788.900	3154.419
ESQ31	200583.426	8494743.645	3158.167	200582.300	8494743.123	3155.872	200581.174	8494742.903	3157.682
ESQ32	200585.704	8494738.026	3157.819	200584.562	8494737.606	3157.176	200583.437	8494737.485	3157.757
ESQ33	200596.322	8494738.869	3158.271	200595.415	8494738.200	3155.083	200594.070	8494738.059	3157.542
ESQ36	200631.803	8494727.899	3157.800	200630.639	8494727.317	3156.597	200629.687	8494727.062	3156.961
ESQ37	200633.565	8494722.994	3157.321	200632.306	8494722.528	3155.918	200631.409	8494722.423	3157.033
ESQ39	200645.067	8494723.278	3156.678	200644.663	8494722.716	3153.945	200642.855	8494722.854	3156.444
ESQ38	200643.622	8494722.389	3156.431	200642.758	8494721.883	3156.282	200641.228	8494721.942	3156.306
ESQ44	200694.092	8494718.101	3155.619	200692.890	8494717.479	3153.137	200691.777	8494717.166	3155.145
ESQ40	200683.658	8494721.174	3155.912	200682.936	8494720.768	3154.021	200681.663	8494720.420	3155.248
ESQ46	200686.055	8494722.143	3156.289	200684.623	8494721.198	3154.788	200683.731	8494721.342	3155.304
ESQ45	200693.364	8494719.665	3155.045	200692.228	8494719.365	3154.671	200690.705	8494719.221	3155.003
ESQ41	200680.478	8494712.049	3156.482	200679.072	8494711.405	3154.437	200678.434	8494711.445	3155.793
ESQ42	200681.669	8494709.880	3155.713	200679.945	8494708.945	3154.603	200679.480	8494709.225	3155.351
ESQ43	200689.505	8494708.393	3156.046	200688.222	8494707.711	3154.921	200687.029	8494707.510	3155.666
ESQ47	200709.190	8494703.366	3155.392	200707.822	8494702.652	3154.108	200706.449	8494702.512	3154.782



Descripción	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRON GEOREFERENCIADO A PUNTOS GEODÉSICOS			LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS DRON 50m			LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION TOTAL		
	Norte	Este	Altura	Norte	Este	Altura	Norte	Este	Altura
ESQ48	200714.323	8494701.699	3155.164	200713.097	8494700.987	3154.275	200711.753	8494700.722	3154.876
ESQ49	200734.246	8494695.349	3155.744	200732.783	8494694.531	3154.073	200732.140	8494694.687	3154.915
ESQ	200771.688	8494692.255	3152.507	200770.455	8494691.728	3152.074	200768.815	8494691.359	3152.319
ESQ50	200737.440	8494684.344	3156.125	200735.048	8494684.344	3153.791	200735.395	8494684.407	3155.167
ESQ52	200730.119	8494677.697	3156.176	200728.762	8494676.751	3153.821	200727.583	8494676.817	3155.665
ESQ51	200734.855	8494679.598	3156.413	200733.842	8494678.497	3154.799	200732.314	8494678.718	3155.432
ESQ53	200696.781	8494628.251	3163.796	200695.437	8494628.048	3163.631	200694.404	8494627.833	3163.668
ESQ54	200672.088	8494589.126	3168.060	200671.059	8494589.036	3165.877	200669.852	8494588.940	3167.704
ESQ55	200668.484	8494578.211	3168.868	200667.418	8494578.093	3166.154	200666.405	8494578.121	3168.271
ESQ58	200642.316	8494561.149	3172.311	200641.580	8494561.152	3171.272	200640.078	8494561.120	3172.031
ESQ56	200646.589	8494584.363	3168.477	200645.723	8494584.253	3167.625	200644.498	8494584.120	3168.243
ESQ57	200638.265	8494583.425	3169.565	200637.311	8494583.528	3167.845	200636.188	8494583.383	3169.342
ESQ59	200631.703	8494562.983	3172.362	200630.708	8494563.210	3170.490	200629.729	8494563.098	3172.172
ESQ60	200566.791	8494393.651	3186.433	200565.899	8494394.601	3185.545	200564.782	8494394.397	3186.131
ESQ61	200572.688	8494392.113	3185.961	200572.166	8494392.924	3184.929	200570.603	8494392.872	3185.893
ESQ62	200608.673	8494377.148	3188.669	200608.242	8494377.962	3185.334	200606.817	8494378.030	3187.686
ESQ63	200614.123	8494374.781	3189.577	200613.743	8494375.379	3188.835	200612.341	8494375.436	3188.864



Descripción	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRON GEOREFERENCIADO A PUNTOS GEODÉSICOS			LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS DRON 50m			LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION TOTAL		
	Norte	Este	Altura	Norte	Este	Altura	Norte	Este	Altura
ESQ64	200649.254	8494457.592	3187.591	200648.758	8494458.265	3185.394	200647.295	8494458.434	3186.772
ESQ65	200667.229	8494450.448	3188.534	200667.229	8494450.448	3188.421	200665.038	8494451.408	3188.468
ESQ71	200646.750	8494349.672	3195.498	200646.059	8494350.557	3193.132	200645.003	8494350.871	3194.875
ESQ70	200651.671	8494347.661	3195.980	200651.396	8494348.474	3192.743	200650.084	8494348.694	3195.076
ESQ72	200638.389	8494331.151	3197.932	200638.121	8494332.671	3196.693	200637.028	8494332.568	3197.490
ESQ66	200650.588	8494358.690	3194.924	200650.096	8494359.914	3192.881	200648.971	8494359.866	3194.197
ESQ67	200656.041	8494356.349	3194.894	200655.527	8494357.544	3192.843	200654.389	8494357.527	3194.855
ESQ68	200674.456	8494397.941	3194.775	200673.916	8494399.083	3192.453	200672.716	8494399.214	3194.181
ESQ69	200680.052	8494427.826	3194.164	200679.465	8494428.878	3192.545	200678.616	8494428.818	3193.478
ESQ74	200688.819	8494332.686	3200.903	200688.404	8494334.054	3199.594	200687.242	8494333.852	3200.638
ESQ73	200692.712	8494341.387	3200.582	200692.370	8494342.892	3197.486	200691.163	8494342.958	3199.769
ESQ75	200600.875	8494595.568	3169.819	200600.077	8494595.567	3168.601	200598.752	8494595.400	3168.969
ESQ76	200593.164	8494598.250	3169.221	200592.006	8494598.323	3167.392	200590.399	8494598.144	3168.586
ESQ78	200586.623	8494579.804	3171.478	200585.374	8494579.652	3168.341	200584.515	8494579.682	3170.498
ESQ77	200594.954	8494577.318	3171.589	200593.617	8494576.364	3170.754	200592.379	8494576.254	3170.856
ESQ79	200550.332	8494451.693	3176.906	200549.747	8494451.989	3175.114	200548.376	8494451.763	3176.584
ESQ80	200542.414	8494451.639	3176.628	200541.261	8494452.073	3175.384	200540.138	8494451.794	3176.529



Descripción	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRON GEOREFERENCIADO A PUNTOS GEODÉSICOS			LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS DRON 50m			LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION TOTAL		
	Norte	Este	Altura	Norte	Este	Altura	Norte	Este	Altura
ESQ82	200548.836	8494616.742	3166.905	200547.745	8494616.777	3164.174	200546.639	8494616.584	3166.485
ESQ81	200556.778	8494609.252	3167.747	200555.787	8494609.372	3166.486	200554.529	8494609.059	3167.490
ESQ92	200524.156	8494603.967	3167.506	200523.310	8494604.099	3165.296	200521.971	8494603.893	3166.741
ESQ84	200541.703	8494593.045	3168.762	200540.755	8494592.941	3167.183	200539.518	8494592.963	3168.527
ESQ83	200551.031	8494590.604	3169.572	200550.052	8494590.567	3167.904	200548.762	8494590.271	3168.613
ESQ88	200435.067	8494424.263	3191.958	200434.534	8494425.244	3190.836	200433.231	8494425.272	3191.113
ESQ85	200496.057	8494450.313	3172.135	200495.035	8494450.328	3169.213	200493.860	8494450.316	3171.384
ESQ86	200507.265	8494447.344	3173.123	200505.837	8494447.344	3171.360	200505.016	8494447.334	3172.266
ESQ87	200452.945	8494447.213	3177.382	200452.172	8494447.272	3176.578	200450.539	8494447.242	3177.211
ESQ89	200494.699	8494614.033	3166.245	200493.748	8494613.732	3164.878	200492.465	8494613.590	3166.097
ESQ90	200504.683	8494608.994	3166.835	200503.784	8494609.211	3165.392	200502.587	8494609.022	3166.393
ESQ91	200506.884	8494610.307	3167.376	200506.149	8494610.513	3165.215	200504.503	8494610.099	3166.426
ESQ93	200510.249	8494627.855	3165.950	200509.414	8494627.625	3164.591	200508.054	8494627.493	3165.628
ESQ94	200500.592	8494633.115	3165.892	200499.458	8494633.014	3163.692	200498.300	8494632.773	3165.384
ESQ95	200462.222	8494644.450	3165.762	200461.318	8494644.483	3162.603	200459.943	8494644.264	3165.008
ESQ96	200452.699	8494647.866	3165.533	200451.709	8494647.815	3164.934	200450.514	8494647.577	3165.067
ESQ97	200445.765	8494632.267	3165.984	200444.822	8494631.931	3163.624	200443.636	8494631.803	3165.754



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRON GEOREFERENCIADO A PUNTOS GEODÉSICOS			LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS DRON 50m			LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION TOTAL			
Descripción	Norte	Este	Altura	Norte	Este	Altura	Norte	Este	Altura
ESQ98	200447.352	8494629.188	3166.757	200446.346	8494629.094	3163.766	200445.098	8494628.967	3165.866
ESQ99	200456.514	8494625.188	3165.884	200455.807	8494625.042	3163.900	200454.227	8494624.810	3165.875
ESQ100	200396.570	8494436.407	3182.666	200395.971	8494437.117	3182.355	200394.438	8494437.036	3182.631
ESQ101	200386.092	8494429.131	3184.782	200385.511	8494430.162	3183.396	200385.285	8494430.189	3184.475
ESQ102	200414.853	8494660.399	3165.661	200414.204	8494660.198	3163.422	200412.596	8494660.031	3165.135
ESQ103	200408.016	8494670.713	3164.952	200407.118	8494670.551	3161.924	200405.684	8494670.404	3164.070
ESQ106	200411.877	8494643.735	3166.169	200410.949	8494643.478	3165.181	200409.440	8494643.285	3165.607
ESQ105	200409.273	8494642.286	3166.305	200408.727	8494642.193	3164.253	200407.225	8494642.165	3165.859
ESQ104	200400.640	8494647.122	3166.555	200399.510	8494646.743	3165.459	200398.534	8494646.690	3165.824
ESQ107	200339.843	8494415.161	3187.118	200338.945	8494415.662	3185.611	200337.619	8494415.971	3186.903
ESQ108	200331.178	8494418.720	3187.368	200330.156	8494419.234	3184.714	200328.772	8494418.962	3186.559
ESQ109	200369.288	8494681.957	3165.678	200368.654	8494682.060	3163.504	200367.126	8494681.876	3164.796
ESQ110	200358.506	8494679.219	3165.505	200357.683	8494679.030	3164.695	200356.222	8494678.946	3165.077
ESQ112	200351.525	8494661.797	3166.930	200351.206	8494662.241	3165.779	200349.913	8494662.129	3166.617
ESQ113	200362.572	8494658.690	3166.321	200361.707	8494658.286	3165.353	200360.161	8494658.362	3166.146
ESQ114	200345.228	8494639.730	3168.747	200344.419	8494640.055	3167.807	200343.095	8494639.886	3167.853
ESQ115	200338.666	8494623.867	3169.942	200337.911	8494624.081	3167.211	200336.662	8494623.783	3169.347



Descripción	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRON GEOREFERENCIADO A PUNTOS GEODÉSICOS			LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS DRON 50m			LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION TOTAL		
	Norte	Este	Altura	Norte	Este	Altura	Norte	Este	Altura
ESQ116	200339.698	8494621.152	3170.195	200338.942	8494621.581	3167.193	200337.592	8494621.672	3169.340
ESQ118	200283.763	8494435.209	3187.932	200282.983	8494435.922	3185.507	200281.465	8494435.951	3187.579
ESQ117	200292.956	8494431.637	3187.721	200292.332	8494432.383	3184.688	200290.831	8494432.282	3186.902
ESQ119	200246.245	8494448.703	3186.619	200245.081	8494449.614	3185.770	200244.173	8494449.178	3186.589
ESQ120	200302.614	8494636.678	3170.234	200301.874	8494636.503	3168.817	200300.262	8494636.567	3169.563
ESQ121	200308.027	8494651.637	3168.434	200306.319	8494651.604	3166.468	200306.344	8494651.650	3168.377
ESQ122	200314.536	8494672.856	3167.329	200313.106	8494673.790	3166.523	200312.999	8494673.875	3166.888
ESQ111	200344.060	8494683.717	3166.065	200343.098	8494683.561	3164.319	200341.789	8494683.381	3165.140
ESQ123	200317.152	8494699.989	3164.925	200316.441	8494699.799	3163.220	200314.894	8494699.542	3164.269
ESQ124	200337.282	8494765.213	3160.644	200336.520	8494764.759	3158.019	200334.968	8494764.795	3160.507
ESQ125	200340.387	8494774.776	3160.693	200339.663	8494774.467	3159.523	200337.861	8494774.153	3160.064
ESQ127	200383.297	8494760.885	3160.057	200382.270	8494760.749	3159.623	200381.094	8494761.187	3159.687
ESQ126	200380.395	8494752.130	3160.359	200379.551	8494751.765	3158.918	200378.315	8494751.749	3159.963
ESQ128	200614.514	8494790.899	3154.385	200613.311	8494790.089	3152.082	200612.053	8494790.281	3154.219
ESQ129	200652.482	8494778.199	3154.448	200651.700	8494778.000	3153.194	200652.023	8494778.396	3153.583
ESQ130	200688.081	8494766.603	3154.448	200687.050	8494766.118	3152.937	200685.750	8494765.179	3153.602
ESQ131	200699.802	8494762.661	3153.747	200698.004	8494762.308	3151.429	200697.321	8494761.438	3153.455



Descripción	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRON GEOREFERENCIADO A PUNTOS GEODÉSICOS			LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS DRON 50m			LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION TOTAL		
	Norte	Este	Altura	Norte	Este	Altura	Norte	Este	Altura
ESQ132	200708.201	8494764.418	3153.666	200707.139	8494763.590	3151.064	200705.697	8494763.694	3153.283
ESQ133	200902.044	8494705.256	3153.618	200901.160	8494705.508	3151.265	200899.964	8494705.348	3153.602

*Fuente:* Elaboración propia

- CALCULO DE ERROR ABSOLUTO

De acuerdo a la siguiente fórmula, tenemos lo siguiente:

$$E_{absoluto} = |V_{valor\ real} - V_{valor\ aproximado}|$$

**Valor Real:** La obtención de coordenadas es a través de los puntos geodésicos monumentados en la zona de estudio.

**Valor Aproximado:** Las coordenadas obtenidas serán según los levantamientos topográficos con RPAS (dron) y estación total.



CALCULO DE ERROR ABSOLUTO AL REALIZAR EL LEVANTAMIENTO  
TOPOGRÁFICO CON RPAS (DRON)

Tabla 30. Resumen del cálculo de errores absolutos obtenidos con RPAS (dron)

<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (dron)</b>			
<b>50m</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Atura</b>
ESQ1	0.0817	0.5312	1.0380
ESQ2	0.6908	0.4202	0.9570
ESQ3	0.7766	0.6201	2.0260
ESQ4	0.6310	0.7124	1.3040
ESQ5	1.4866	0.4463	0.4890
ESQ6	0.3660	0.1094	1.4060
ESQ7	0.7099	0.1760	2.5580
ESQ8	1.0831	0.5384	0.7730
ESQ8	0.7757	0.3534	3.0400
ESQ9	0.9997	0.6175	1.8530
ESQ14	0.6625	0.2836	2.1350
ESQ10	0.9590	0.1116	2.3710
ESQ12	0.9855	0.1512	1.0570
ESQ	0.8192	0.4212	1.7010
ESQ11	0.6266	0.1310	2.7100
ESQ13	1.1592	0.3559	1.9470
ESQ15	0.5938	0.4381	0.5910
ESQ16	0.8769	0.6099	0.5130
ESQ17	0.8862	0.3291	1.2540
ESQ18	0.9079	0.3829	2.2330
ESQ22	0.8601	0.1143	2.7070
ESQ19	0.7974	0.3996	2.5040
ESQ21	0.8926	0.4504	1.7320
ESQ20	0.8388	0.3454	1.4380
ESQ23	0.4001	0.3017	1.8600
ESQ24	0.5985	0.2542	0.9760
ESQ25	0.7583	0.0079	3.2020



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (dron)**

**50m**

<b>Descripción</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Atura</b>
<b>ESQ26</b>	0.8820	0.4268	1.4120
<b>ESQ28</b>	0.7567	0.6243	1.9570
<b>ESQ27</b>	0.9877	0.5593	2.3690
<b>ESQ30</b>	1.0143	0.4536	2.6950
<b>ESQ29</b>	1.0768	0.6183	0.5960
<b>ESQ34</b>	1.2259	0.7439	0.9670
<b>ESQ35</b>	1.0629	0.7286	2.0830
<b>ESQ31</b>	1.1255	0.5224	2.2950
<b>ESQ32</b>	1.1414	0.4197	0.6430
<b>ESQ33</b>	0.9077	0.6688	3.1880
<b>ESQ36</b>	1.1635	0.5822	1.2030
<b>ESQ37</b>	1.2587	0.4658	1.4030
<b>ESQ39</b>	0.4036	0.5622	2.7330
<b>ESQ38</b>	0.8639	0.5062	0.1490
<b>ESQ44</b>	1.2025	0.6220	2.4820
<b>ESQ40</b>	0.7216	0.4063	1.8910
<b>ESQ46</b>	1.4320	0.9447	1.5010
<b>ESQ45</b>	1.1364	0.2999	0.3740
<b>ESQ41</b>	1.4064	0.6443	2.0450
<b>ESQ42</b>	1.7238	0.9347	1.1100
<b>ESQ43</b>	1.2829	0.6823	1.1250
<b>ESQ47</b>	1.3675	0.7142	1.2840
<b>ESQ48</b>	1.2252	0.7123	0.8890
<b>ESQ49</b>	1.4633	0.8183	1.6710
<b>ESQ</b>	1.2326	0.5273	0.4330
<b>ESQ50</b>	2.3913	0.0000	2.3340
<b>ESQ52</b>	1.3577	0.9461	2.3550
<b>ESQ51</b>	1.0131	1.1005	1.6140
<b>ESQ53</b>	1.3442	0.2028	0.1650
<b>ESQ54</b>	1.0294	0.0895	2.1830



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (dron)**

**50m**

<b>Descripción</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Atura</b>
<b>ESQ55</b>	1.0651	0.1183	2.7140
<b>ESQ58</b>	0.7366	0.0027	1.0390
<b>ESQ56</b>	0.8667	0.1100	0.8520
<b>ESQ57</b>	0.9539	0.1027	1.7200
<b>ESQ59</b>	0.9952	0.2269	1.8720
<b>ESQ60</b>	0.8920	0.9503	0.8880
<b>ESQ61</b>	0.5224	0.8112	1.0320
<b>ESQ62</b>	0.4311	0.8140	3.3350
<b>ESQ63</b>	0.3809	0.5978	0.7420
<b>ESQ64</b>	0.4967	0.6733	2.1970
<b>ESQ65</b>	0.0000	0.0000	0.1130
<b>ESQ71</b>	0.6909	0.8851	2.3660
<b>ESQ70</b>	0.2757	0.8129	3.2370
<b>ESQ72</b>	0.2677	1.5200	1.2390
<b>ESQ66</b>	0.4914	1.2238	2.0430
<b>ESQ67</b>	0.5139	1.1953	2.0510
<b>ESQ68</b>	0.5403	1.1417	2.3220
<b>ESQ69</b>	0.5867	1.0520	1.6190
<b>ESQ74</b>	0.4145	1.3684	1.3090
<b>ESQ73</b>	0.3419	1.5055	3.0960
<b>ESQ75</b>	0.7978	0.0010	1.2180
<b>ESQ76</b>	1.1584	0.0726	1.8290
<b>ESQ78</b>	1.2489	0.1518	3.1370
<b>ESQ77</b>	1.3365	0.9540	0.8350
<b>ESQ79</b>	0.5850	0.2965	1.7920
<b>ESQ80</b>	1.1532	0.4336	1.2440
<b>ESQ82</b>	1.0902	0.0348	2.7310
<b>ESQ81</b>	0.9919	0.1202	1.2610
<b>ESQ92</b>	0.8462	0.1317	2.2100
<b>ESQ84</b>	0.9483	0.1043	1.5790



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (dron)**

**50m**

<b>Descripción</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Atura</b>
<b>ESQ83</b>	0.9790	0.0371	1.6680
<b>ESQ88</b>	0.5322	0.9811	1.1220
<b>ESQ85</b>	1.0223	0.0151	2.9220
<b>ESQ86</b>	1.4280	0.0000	1.7630
<b>ESQ87</b>	0.7731	0.0592	0.8040
<b>ESQ89</b>	0.9507	0.3014	1.3670
<b>ESQ90</b>	0.8990	0.2166	1.4430
<b>ESQ91</b>	0.7351	0.2062	2.1610
<b>ESQ93</b>	0.8349	0.2297	1.3590
<b>ESQ94</b>	1.1340	0.1011	2.2000
<b>ESQ95</b>	0.9039	0.0332	3.1590
<b>ESQ96</b>	0.9909	0.0506	0.5990
<b>ESQ97</b>	0.9423	0.3363	2.3600
<b>ESQ98</b>	1.0059	0.0936	2.9910
<b>ESQ99</b>	0.7072	0.1463	1.9840
<b>ESQ100</b>	0.5983	0.7097	0.3110
<b>ESQ101</b>	0.5808	1.0308	1.3860
<b>ESQ102</b>	0.6496	0.2010	2.2390
<b>ESQ103</b>	0.8987	0.1615	3.0280
<b>ESQ106</b>	0.9274	0.2574	0.9880
<b>ESQ105</b>	0.5464	0.0925	2.0520
<b>ESQ104</b>	1.1304	0.3791	1.0960
<b>ESQ107</b>	0.8983	0.5011	1.5070
<b>ESQ108</b>	1.0222	0.5144	2.6540
<b>ESQ109</b>	0.6341	0.1027	2.1740
<b>ESQ110</b>	0.8227	0.1889	0.8100
<b>ESQ112</b>	0.3191	0.4445	1.1510
<b>ESQ113</b>	0.8645	0.4037	0.9680
<b>ESQ114</b>	0.8086	0.3248	0.9400
<b>ESQ115</b>	0.7553	0.2141	2.7310



<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (dron)</b>			
<b>50m</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Atura</b>
ESQ116	0.7553	0.4287	3.0020
ESQ118	0.7805	0.7130	2.4250
ESQ117	0.6244	0.7465	3.0330
ESQ119	1.1642	0.9113	0.8490
ESQ120	0.7394	0.1751	1.4170
ESQ121	1.7081	0.0325	1.9660
ESQ122	1.4303	0.9339	0.8060
ESQ111	0.9617	0.1558	1.7460
ESQ123	0.7103	0.1897	1.7050
ESQ124	0.7617	0.4543	2.6250
ESQ125	0.7235	0.3088	1.1700
ESQ127	1.0269	0.1361	0.4340
ESQ126	0.8442	0.3646	1.4410
ESQ128	1.2032	0.8098	2.3030
ESQ129	0.7816	0.1988	1.2540
ESQ130	1.0313	0.4854	1.5110
ESQ131	1.7985	0.3531	2.3180
ESQ132	1.0618	0.8279	2.6020
ESQ133	0.8840	0.2519	2.3530

*Fuente:* Elaboración propia

**CALCULO DE ERROR ABSOLUTO AL REALIZAR EL LEVANTAMIENTO  
TOPOGRÁFICO CON ESTACIÓN TOTAL**

**Tabla 31.** Resumen del cálculo de errores absolutos obtenidos con estación total

<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION TOTAL</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Atura</b>
ESQ1	1.7998	0.4572	0.0180
ESQ2	2.0812	0.4732	0.2720
ESQ3	2.3023	0.5451	0.1690



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION  
TOTAL**

<b>Descripción</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Atura</b>
<b>ESQ4</b>	2.1063	0.6674	0.6730
<b>ESQ5</b>	2.3929	0.6993	0.3940
<b>ESQ6</b>	1.5956	0.5264	0.7350
<b>ESQ7</b>	2.2815	0.7290	0.7340
<b>ESQ8</b>	2.1254	0.5524	0.6970
<b>ESQ8</b>	2.3951	0.4484	0.9950
<b>ESQ9</b>	2.0330	0.5195	0.5260
<b>ESQ14</b>	2.4150	0.6356	0.1850
<b>ESQ10</b>	1.9875	0.3216	0.6420
<b>ESQ12</b>	2.2585	0.1842	0.0050
<b>ESQ</b>	2.0251	0.3422	0.5630
<b>ESQ11</b>	2.1196	0.2800	0.7320
<b>ESQ13</b>	2.2861	0.2599	0.6530
<b>ESQ15</b>	2.3584	0.8061	0.4340
<b>ESQ16</b>	2.1821	0.6929	0.0920
<b>ESQ17</b>	2.1998	0.4491	0.9360
<b>ESQ18</b>	2.3522	0.6589	0.3300
<b>ESQ22</b>	2.3684	0.6833	0.3220
<b>ESQ19</b>	2.1138	0.4426	0.6690
<b>ESQ21</b>	2.1396	0.4594	0.1000
<b>ESQ20</b>	2.5836	0.3614	0.3280
<b>ESQ23</b>	1.9085	0.1713	0.3380
<b>ESQ24</b>	1.9021	0.4102	0.3810
<b>ESQ25</b>	2.0303	0.1239	0.7430
<b>ESQ26</b>	2.3051	0.5708	0.9310
<b>ESQ28</b>	2.1532	0.9523	0.3640
<b>ESQ27</b>	2.2044	0.7233	0.2200
<b>ESQ30</b>	2.3743	0.6636	0.5720
<b>ESQ29</b>	2.3707	0.2553	0.0230
<b>ESQ34</b>	2.0848	0.4739	0.1400



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION  
TOTAL**

<b>Descripción</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Atura</b>
ESQ35	2.5041	0.6746	0.4740
ESQ31	2.2515	0.7424	0.4850
ESQ32	2.2666	0.5407	0.0620
ESQ33	2.2522	0.8098	0.7290
ESQ36	2.1159	0.8372	0.8390
ESQ37	2.1560	0.5708	0.2880
ESQ39	2.2115	0.4242	0.2340
ESQ38	2.3938	0.4472	0.1250
ESQ44	2.3150	0.9350	0.4740
ESQ40	1.9945	0.7543	0.6640
ESQ46	2.3236	0.8007	0.9850
ESQ45	2.6594	0.4439	0.0420
ESQ41	2.0444	0.6043	0.6890
ESQ42	2.1890	0.6547	0.3620
ESQ43	2.4757	0.8833	0.3800
ESQ47	2.7407	0.8542	0.6100
ESQ48	2.5696	0.9773	0.2880
ESQ49	2.1058	0.6623	0.8290
ESQ	2.8729	0.8963	0.1880
ESQ50	2.0443	0.0630	0.9580
ESQ52	2.5364	0.8801	0.5110
ESQ51	2.5408	0.8795	0.9810
ESQ53	2.3767	0.4178	0.1280
ESQ54	2.2364	0.1855	0.3560
ESQ55	2.0785	0.0904	0.5970
ESQ58	2.2381	0.0293	0.2800
ESQ56	2.0912	0.2430	0.2340
ESQ57	2.0767	0.0423	0.2230
ESQ59	1.9740	0.1149	0.1900
ESQ60	2.0093	0.7463	0.3020



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION  
TOTAL**

<b>Descripción</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Atura</b>
<b>ESQ61</b>	2.0852	0.7592	0.0680
<b>ESQ62</b>	1.8559	0.8820	0.9830
<b>ESQ63</b>	1.7824	0.6548	0.7130
<b>ESQ64</b>	1.9592	0.8423	0.8190
<b>ESQ65</b>	2.1910	0.9600	0.0660
<b>ESQ71</b>	1.7469	1.1991	0.6230
<b>ESQ70</b>	1.5872	1.0329	0.9040
<b>ESQ72</b>	1.3611	1.4170	0.4420
<b>ESQ66</b>	1.6167	1.1758	0.7270
<b>ESQ67</b>	1.6518	1.1783	0.0390
<b>ESQ68</b>	1.7398	1.2727	0.5940
<b>ESQ69</b>	1.4358	0.9920	0.6860
<b>ESQ74</b>	1.5767	1.1664	0.2650
<b>ESQ73</b>	1.5491	1.5715	0.8130
<b>ESQ75</b>	2.1230	0.1680	0.8500
<b>ESQ76</b>	2.7649	0.1064	0.6350
<b>ESQ78</b>	2.1078	0.1218	0.9800
<b>ESQ77</b>	2.5746	1.0640	0.7330
<b>ESQ79</b>	1.9555	0.0705	0.3220
<b>ESQ80</b>	2.2764	0.1546	0.0990
<b>ESQ82</b>	2.1966	0.1582	0.4200
<b>ESQ81</b>	2.2494	0.1928	0.2570
<b>ESQ92</b>	2.1849	0.0743	0.7650
<b>ESQ84</b>	2.1851	0.0823	0.2350
<b>ESQ83</b>	2.2690	0.3331	0.9590
<b>ESQ88</b>	1.8356	1.0091	0.8450
<b>ESQ85</b>	2.1971	0.0031	0.7510
<b>ESQ86</b>	2.2492	0.0100	0.8570
<b>ESQ87</b>	2.4067	0.0291	0.1710
<b>ESQ89</b>	2.2335	0.4434	0.1480



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION  
TOTAL**

<b>Descripción</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Atura</b>
<b>ESQ90</b>	2.0955	0.0276	0.4420
<b>ESQ91</b>	2.3809	0.2078	0.9500
<b>ESQ93</b>	2.1947	0.3617	0.3220
<b>ESQ94</b>	2.2922	0.3421	0.5080
<b>ESQ95</b>	2.2793	0.1858	0.7540
<b>ESQ96</b>	2.1854	0.2886	0.4660
<b>ESQ97</b>	2.1287	0.4643	0.2300
<b>ESQ98</b>	2.2543	0.2206	0.8910
<b>ESQ99</b>	2.2867	0.3783	0.0090
<b>ESQ100</b>	2.1316	0.6287	0.0350
<b>ESQ101</b>	0.8071	1.0578	0.3070
<b>ESQ102</b>	2.2573	0.3680	0.5260
<b>ESQ103</b>	2.3324	0.3085	0.8820
<b>ESQ106</b>	2.4368	0.4504	0.5620
<b>ESQ105</b>	2.0483	0.1205	0.4460
<b>ESQ104</b>	2.1060	0.4321	0.7310
<b>ESQ107</b>	2.2238	0.8098	0.2150
<b>ESQ108</b>	2.4057	0.2424	0.8090
<b>ESQ109</b>	2.1619	0.0813	0.8820
<b>ESQ110</b>	2.2841	0.2729	0.4280
<b>ESQ112</b>	1.6119	0.3325	0.3130
<b>ESQ113</b>	2.4106	0.3277	0.1750
<b>ESQ114</b>	2.1328	0.1558	0.8940
<b>ESQ115</b>	2.0038	0.0839	0.5950
<b>ESQ116</b>	2.1057	0.5197	0.8550
<b>ESQ118</b>	2.2984	0.7420	0.3530
<b>ESQ117</b>	2.1249	0.6455	0.8190
<b>ESQ119</b>	2.0724	0.4753	0.0300
<b>ESQ120</b>	2.3516	0.1111	0.6710
<b>ESQ121</b>	1.6833	0.0135	0.0570

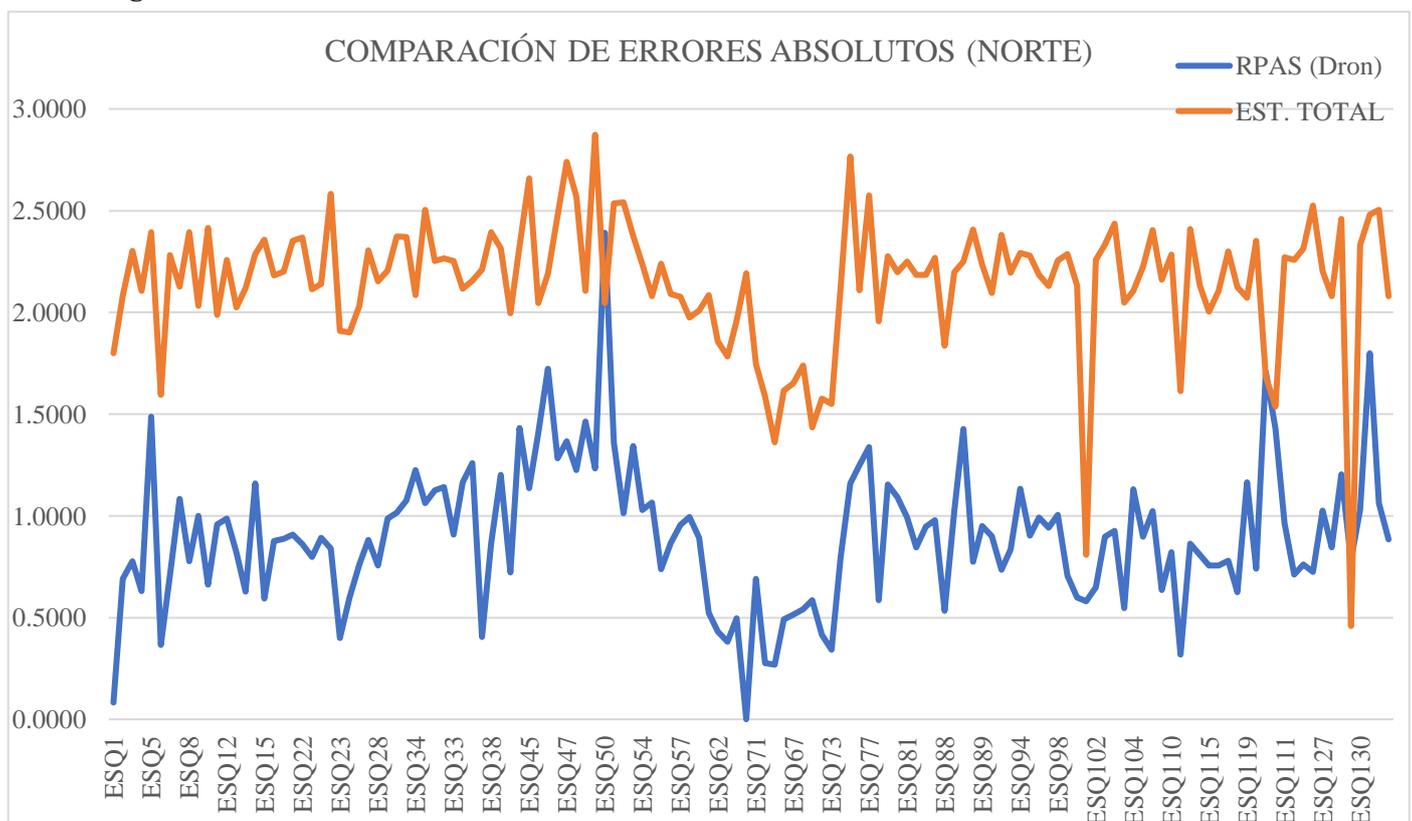


**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION  
TOTAL**

Descripción	Norte	Este	Atura
ESQ122	1.5370	1.0189	0.4410
ESQ111	2.2709	0.3358	0.9250
ESQ123	2.2577	0.4467	0.6560
ESQ124	2.3135	0.4183	0.1370
ESQ125	2.5258	0.6228	0.6290
ESQ127	2.2030	0.3019	0.3700
ESQ126	2.0804	0.3806	0.3960
ESQ128	2.4608	0.6178	0.1660
ESQ129	0.4586	0.1972	0.8650
ESQ130	2.3312	1.4244	0.8460
ESQ131	2.4814	1.2231	0.2920
ESQ132	2.5040	0.7239	0.3830
ESQ133	2.0800	0.0919	0.0160

Fuente: Elaboración propia

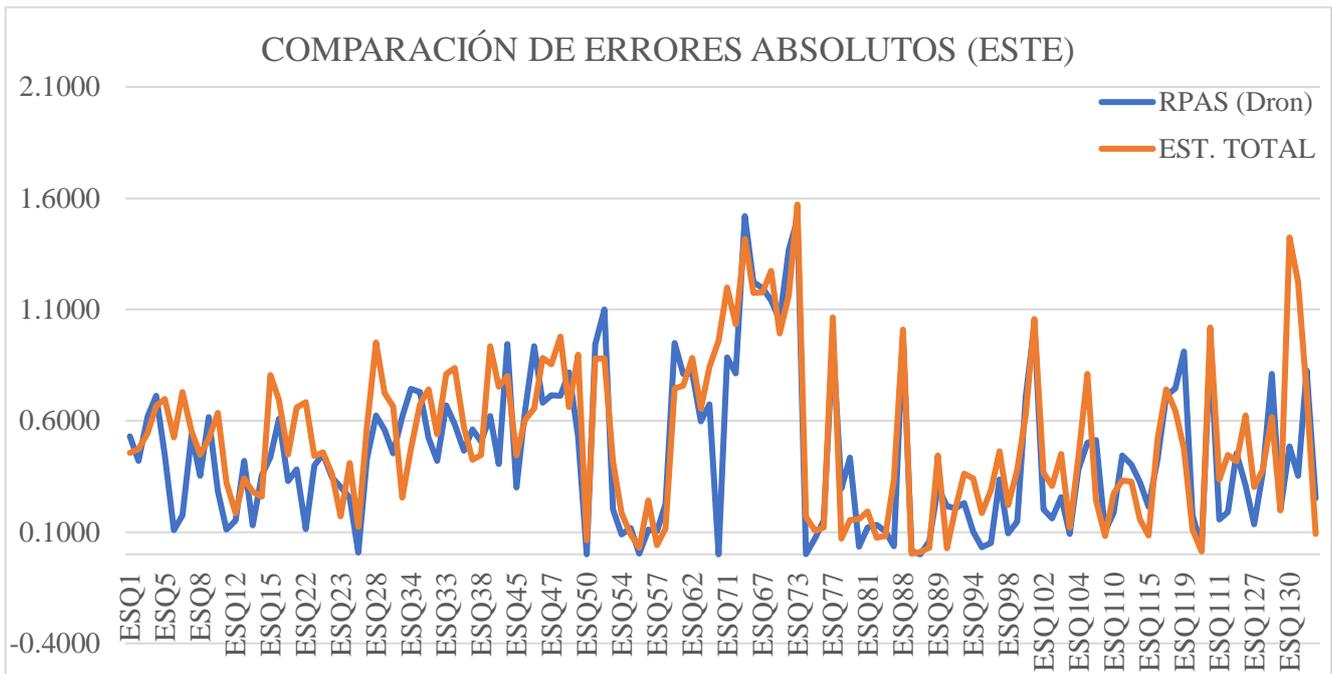
**Figura 52.** Gráfico de errores absolutos en la coordenada Norte



Fuente: Elaboración propia



Figura 53. Gráfico de errores absolutos en la coordenada Este



Fuente: Elaboración propia

Figura 54. Gráfico de errores absolutos en la Altura



Fuente: Elaboración propia

- CALCULO DE ERROR RELATIVO

De acuerdo a la siguiente formula, tenemos lo siguiente:

$$E_{relativo} = \frac{E_{absoluto}}{Valor\ real}$$



**Valor Real:** La obtención de coordenadas es a través de los puntos geodésicos monumentados en la zona de estudio.

**Valor Aproximado:** Las coordenadas obtenidas serán según los levantamientos topográficos con RPAS (dron) y estación total.

CALCULO DE ERROR ABSOLUTO AL REALIZAR EL LEVANTAMIENTO  
TOPOGRÁFICO CON RPAS (DRON)

**Tabla 32.** Resumen del cálculo de errores relativos obtenidos con RPAS (dron)

<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (dron)</b>			
<b>50m</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Atura</b>
<b>ESQ1</b>	0.0000004078	0.0000000625	0.0003289650
<b>ESQ2</b>	0.0000034470	0.0000000495	0.0003033240
<b>ESQ3</b>	0.0000038749	0.0000000730	0.0006422502
<b>ESQ4</b>	0.0000031484	0.0000000839	0.0004133060
<b>ESQ5</b>	0.0000074143	0.0000000525	0.0001550001
<b>ESQ6</b>	0.0000018253	0.0000000129	0.0004457273
<b>ESQ7</b>	0.0000035403	0.0000000207	0.0008112777
<b>ESQ8</b>	0.0000053993	0.0000000634	0.0002449986
<b>ESQ8</b>	0.0000038716	0.0000000416	0.0009632150
<b>ESQ9</b>	0.0000049897	0.0000000727	0.0005869104
<b>ESQ14</b>	0.0000033058	0.0000000334	0.0006765113
<b>ESQ10</b>	0.0000047855	0.0000000131	0.0007512196
<b>ESQ12</b>	0.0000049177	0.0000000178	0.0003348178
<b>ESQ</b>	0.0000040876	0.0000000496	0.0005392056
<b>ESQ11</b>	0.0000031269	0.0000000154	0.0008585771
<b>ESQ13</b>	0.0000057846	0.0000000419	0.0006167757
<b>ESQ15</b>	0.0000029630	0.0000000516	0.0001871367
<b>ESQ16</b>	0.0000043756	0.0000000718	0.0001624601
<b>ESQ17</b>	0.0000044212	0.0000000387	0.0003971035
<b>ESQ18</b>	0.0000045292	0.0000000451	0.0007074813
<b>ESQ22</b>	0.0000042897	0.0000000135	0.0008578422
<b>ESQ19</b>	0.0000039772	0.0000000470	0.0007934481



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (dron)**

**50m**

<b>Descripción</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Atura</b>
ESQ21	0.0000044520	0.0000000530	0.0005488012
ESQ20	0.0000041837	0.0000000407	0.0004554817
ESQ23	0.0000019955	0.0000000355	0.0005892104
ESQ24	0.0000029850	0.0000000299	0.0003090987
ESQ25	0.0000037813	0.0000000009	0.0010146082
ESQ26	0.0000043979	0.0000000502	0.0004471337
ESQ28	0.0000037722	0.0000000735	0.0006201308
ESQ27	0.0000049241	0.0000000658	0.0007508143
ESQ30	0.0000050566	0.0000000534	0.0008542241
ESQ29	0.0000053679	0.0000000728	0.0001888192
ESQ34	0.0000061112	0.0000000876	0.0003065649
ESQ35	0.0000052983	0.0000000858	0.0006606805
ESQ31	0.0000056111	0.0000000615	0.0007272158
ESQ32	0.0000056903	0.0000000494	0.0002036630
ESQ33	0.0000045250	0.0000000787	0.0010104330
ESQ36	0.0000057992	0.0000000685	0.0003811066
ESQ37	0.0000062736	0.0000000548	0.0004445616
ESQ39	0.0000020115	0.0000000662	0.0008665338
ESQ38	0.0000043056	0.0000000596	0.0000472074
ESQ44	0.0000059917	0.0000000732	0.0007871526
ESQ40	0.0000035957	0.0000000478	0.0005995521
ESQ46	0.0000071355	0.0000001112	0.0004757847
ESQ45	0.0000056624	0.0000000353	0.0001185544
ESQ41	0.0000070082	0.0000000758	0.0006482932
ESQ42	0.0000085897	0.0000001100	0.0003518668
ESQ43	0.0000063925	0.0000000803	0.0003565858
ESQ47	0.0000068133	0.0000000841	0.0004070882
ESQ48	0.0000061042	0.0000000839	0.0002818397
ESQ49	0.0000072897	0.0000000963	0.0005297912
ESQ	0.0000061393	0.0000000621	0.0001373699



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (dron)**

**50m**

<b>Descripción</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Atura</b>
<b>ESQ50</b>	0.0000119126	0.0000000000	0.0007400617
<b>ESQ52</b>	0.0000067638	0.0000001114	0.0007467133
<b>ESQ51</b>	0.0000050470	0.0000001296	0.0005116015
<b>ESQ53</b>	0.0000066977	0.0000000239	0.0000521553
<b>ESQ54</b>	0.0000051298	0.0000000105	0.0006895404
<b>ESQ55</b>	0.0000053078	0.0000000139	0.0008571914
<b>ESQ58</b>	0.0000036712	0.0000000003	0.0003276288
<b>ESQ56</b>	0.0000043195	0.0000000129	0.0002689712
<b>ESQ57</b>	0.0000047543	0.0000000121	0.0005429559
<b>ESQ59</b>	0.0000049603	0.0000000267	0.0005904450
<b>ESQ60</b>	0.0000044474	0.0000001119	0.0002787592
<b>ESQ61</b>	0.0000026045	0.0000000955	0.0003240261
<b>ESQ62</b>	0.0000021490	0.0000000958	0.0010469860
<b>ESQ63</b>	0.0000018987	0.0000000704	0.0002326869
<b>ESQ64</b>	0.0000024755	0.0000000793	0.0006897106
<b>ESQ65</b>	0.0000000000	0.0000000000	0.0000354407
<b>ESQ71</b>	0.0000034434	0.0000001042	0.0007409653
<b>ESQ70</b>	0.0000013740	0.0000000957	0.0010138617
<b>ESQ72</b>	0.0000013342	0.0000001789	0.0003875880
<b>ESQ66</b>	0.0000024490	0.0000001441	0.0006398610
<b>ESQ67</b>	0.0000025611	0.0000001407	0.0006423742
<b>ESQ68</b>	0.0000026924	0.0000001344	0.0007273404
<b>ESQ69</b>	0.0000029236	0.0000001238	0.0005071189
<b>ESQ74</b>	0.0000020654	0.0000001611	0.0004091144
<b>ESQ73</b>	0.0000017036	0.0000001772	0.0009682607
<b>ESQ75</b>	0.0000039771	0.0000000001	0.0003843968
<b>ESQ76</b>	0.0000057749	0.0000000085	0.0005774467
<b>ESQ78</b>	0.0000062262	0.0000000179	0.0009901081
<b>ESQ77</b>	0.0000066627	0.0000001123	0.0002633443
<b>ESQ79</b>	0.0000029170	0.0000000349	0.0005643892



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (dron)**

**50m**

<b>Descripción</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Atura</b>
<b>ESQ80</b>	0.0000057504	0.0000000510	0.0003917636
<b>ESQ82</b>	0.0000054361	0.0000000041	0.0008631004
<b>ESQ81</b>	0.0000049457	0.0000000142	0.0003982332
<b>ESQ92</b>	0.0000042199	0.0000000155	0.0006981969
<b>ESQ84</b>	0.0000047287	0.0000000123	0.0004985503
<b>ESQ83</b>	0.0000048816	0.0000000044	0.0005265311
<b>ESQ88</b>	0.0000026552	0.0000001155	0.0003516320
<b>ESQ85</b>	0.0000050989	0.0000000018	0.0009219955
<b>ESQ86</b>	0.0000071219	0.0000000000	0.0005559129
<b>ESQ87</b>	0.0000038568	0.0000000070	0.0002531026
<b>ESQ89</b>	0.0000047418	0.0000000355	0.0004319282
<b>ESQ90</b>	0.0000044837	0.0000000255	0.0004558677
<b>ESQ91</b>	0.0000036662	0.0000000243	0.0006827340
<b>ESQ93</b>	0.0000041639	0.0000000270	0.0004294394
<b>ESQ94</b>	0.0000056558	0.0000000119	0.0006953901
<b>ESQ95</b>	0.0000045091	0.0000000039	0.0009988607
<b>ESQ96</b>	0.0000049433	0.0000000060	0.0001892615
<b>ESQ97</b>	0.0000047010	0.0000000396	0.0007459799
<b>ESQ98</b>	0.0000050183	0.0000000110	0.0009453923
<b>ESQ99</b>	0.0000035279	0.0000000172	0.0006270742
<b>ESQ100</b>	0.0000029856	0.0000000835	0.0000977264
<b>ESQ101</b>	0.0000028984	0.0000001214	0.0004353841
<b>ESQ102</b>	0.0000032413	0.0000000237	0.0007077778
<b>ESQ103</b>	0.0000044844	0.0000000190	0.0009576448
<b>ESQ106</b>	0.0000046275	0.0000000303	0.0003121464
<b>ESQ105</b>	0.0000027264	0.0000000109	0.0006484943
<b>ESQ104</b>	0.0000056407	0.0000000446	0.0003462373
<b>ESQ107</b>	0.0000044839	0.0000000590	0.0004730647
<b>ESQ108</b>	0.0000051026	0.0000000606	0.0008333558
<b>ESQ109</b>	0.0000031647	0.0000000121	0.0006872127



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS (dron)**

**50m**

<b>Descripción</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Atura</b>
<b>ESQ110</b>	0.0000041061	0.0000000222	0.0002559488
<b>ESQ112</b>	0.0000015927	0.0000000523	0.0003635756
<b>ESQ113</b>	0.0000043147	0.0000000475	0.0003058111
<b>ESQ114</b>	0.0000040360	0.0000000382	0.0002967352
<b>ESQ115</b>	0.0000037701	0.0000000252	0.0008622728
<b>ESQ116</b>	0.0000037701	0.0000000505	0.0009478425
<b>ESQ118</b>	0.0000038970	0.0000000839	0.0007612603
<b>ESQ117</b>	0.0000031174	0.0000000879	0.0009523696
<b>ESQ119</b>	0.0000058138	0.0000001073	0.0002664976
<b>ESQ120</b>	0.0000036914	0.0000000206	0.0004471700
<b>ESQ121</b>	0.0000085274	0.0000000038	0.0006208811
<b>ESQ122</b>	0.0000071403	0.0000001099	0.0002545379
<b>ESQ111</b>	0.0000048002	0.0000000183	0.0005517775
<b>ESQ123</b>	0.0000035459	0.0000000223	0.0005390077
<b>ESQ124</b>	0.0000038021	0.0000000535	0.0008312173
<b>ESQ125</b>	0.0000036114	0.0000000364	0.0003703091
<b>ESQ127</b>	0.0000051247	0.0000000160	0.0001373582
<b>ESQ126</b>	0.0000042130	0.0000000429	0.0004561689
<b>ESQ128</b>	0.0000059976	0.0000000953	0.0007306282
<b>ESQ129</b>	0.0000038953	0.0000000234	0.0003976920
<b>ESQ130</b>	0.0000051388	0.0000000571	0.0004792357
<b>ESQ131</b>	0.0000089611	0.0000000416	0.0007355393
<b>ESQ132</b>	0.0000052903	0.0000000975	0.0008257528
<b>ESQ133</b>	0.0000044002	0.0000000297	0.0007466843

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 33.** Resumen del Cálculo de errores relativos obtenidos con Estación Total

**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION**

**TOTAL**

<b>Descripción</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Atura</b>
<b>ESQ1</b>	0.0000089826	0.0000000538	0.0001448491



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION  
TOTAL**

<b>Descripción</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Atura</b>
<b>ESQ2</b>	0.0000103848	0.0000000557	0.0001499367
<b>ESQ3</b>	0.0000114875	0.0000000642	0.0001726880
<b>ESQ4</b>	0.0000105093	0.0000000786	0.0002114467
<b>ESQ5</b>	0.0000119343	0.0000000823	0.0002216253
<b>ESQ6</b>	0.0000079575	0.0000000620	0.0001668039
<b>ESQ7</b>	0.0000113781	0.0000000858	0.0002310172
<b>ESQ8</b>	0.0000105953	0.0000000650	0.0001750376
<b>ESQ8</b>	0.0000119543	0.0000000528	0.0001419375
<b>ESQ9</b>	0.0000101472	0.0000000612	0.0001644474
<b>ESQ14</b>	0.0000120504	0.0000000748	0.0002012646
<b>ESQ10</b>	0.0000099179	0.0000000379	0.0001018182
<b>ESQ12</b>	0.0000112701	0.0000000217	0.0000583281
<b>ESQ</b>	0.0000101048	0.0000000403	0.0001084166
<b>ESQ11</b>	0.0000105772	0.0000000330	0.0000886330
<b>ESQ13</b>	0.0000114080	0.0000000306	0.0000822810
<b>ESQ15</b>	0.0000117683	0.0000000949	0.0002551991
<b>ESQ16</b>	0.0000108883	0.0000000816	0.0002193964
<b>ESQ17</b>	0.0000109747	0.0000000529	0.0001421598
<b>ESQ18</b>	0.0000117344	0.0000000776	0.0002086117
<b>ESQ22</b>	0.0000118123	0.0000000804	0.0002163506
<b>ESQ19</b>	0.0000105431	0.0000000521	0.0001401365
<b>ESQ21</b>	0.0000106716	0.0000000541	0.0001454855
<b>ESQ20</b>	0.0000128864	0.0000000425	0.0001144201
<b>ESQ23</b>	0.0000095187	0.0000000202	0.0000542324
<b>ESQ24</b>	0.0000094866	0.0000000483	0.0001298700
<b>ESQ25</b>	0.0000101242	0.0000000146	0.0000392200
<b>ESQ26</b>	0.0000114940	0.0000000672	0.0001806727
<b>ESQ28</b>	0.0000107337	0.0000001121	0.0003015762
<b>ESQ27</b>	0.0000109898	0.0000000851	0.0002290657
<b>ESQ30</b>	0.0000118365	0.0000000781	0.0002101593



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION  
TOTAL**

<b>Descripción</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Atura</b>
ESQ29	0.0000118180	0.0000000301	0.0000808665
ESQ34	0.0000103928	0.0000000558	0.0001501929
ESQ35	0.0000124823	0.0000000794	0.0002138266
ESQ31	0.0000112248	0.0000000874	0.0002350731
ESQ32	0.0000112999	0.0000000637	0.0001712258
ESQ33	0.0000112275	0.0000000953	0.0002564061
ESQ36	0.0000105462	0.0000000986	0.0002651213
ESQ37	0.0000107460	0.0000000672	0.0001807862
ESQ39	0.0000110220	0.0000000499	0.0001343818
ESQ38	0.0000119306	0.0000000526	0.0001416790
ESQ44	0.0000115350	0.0000001101	0.0002962969
ESQ40	0.0000099385	0.0000000888	0.0002390117
ESQ46	0.0000115783	0.0000000943	0.0002536840
ESQ45	0.0000132511	0.0000000523	0.0001406953
ESQ41	0.0000101873	0.0000000711	0.0001914473
ESQ42	0.0000109078	0.0000000771	0.0002074650
ESQ43	0.0000123360	0.0000001040	0.0002798755
ESQ47	0.0000136551	0.0000001006	0.0002707112
ESQ48	0.0000128023	0.0000001150	0.0003097462
ESQ49	0.0000104905	0.0000000780	0.0002098713
ESQ	0.0000143093	0.0000001055	0.0002843134
ESQ50	0.0000101839	0.0000000074	0.0000199612
ESQ52	0.0000126359	0.0000001036	0.0002788501
ESQ51	0.0000126575	0.0000001035	0.0002786391
ESQ53	0.0000118422	0.0000000492	0.0001320566
ESQ54	0.0000111445	0.0000000218	0.0000585532
ESQ55	0.0000103579	0.0000000106	0.0000285275
ESQ58	0.0000111547	0.0000000034	0.0000092362
ESQ56	0.0000104223	0.0000000286	0.0000766930
ESQ57	0.0000103505	0.0000000050	0.0000133457



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION  
TOTAL**

<b>Descripción</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Atura</b>
ESQ59	0.0000098389	0.0000000135	0.0000362191
ESQ60	0.0000100181	0.0000000879	0.0002342117
ESQ61	0.0000103962	0.0000000894	0.0002382954
ESQ62	0.0000092513	0.0000001038	0.0002766044
ESQ63	0.0000088847	0.0000000771	0.0002052937
ESQ64	0.0000097643	0.0000000992	0.0002642434
ESQ65	0.0000109186	0.0000001130	0.0003010788
ESQ71	0.0000087063	0.0000001412	0.0003752467
ESQ70	0.0000079102	0.0000001216	0.0003231873
ESQ72	0.0000067838	0.0000001668	0.0004430989
ESQ66	0.0000080573	0.0000001384	0.0003680213
ESQ67	0.0000082320	0.0000001387	0.0003688072
ESQ68	0.0000086698	0.0000001498	0.0003983692
ESQ69	0.0000071547	0.0000001168	0.0003105664
ESQ74	0.0000078564	0.0000001373	0.0003643972
ESQ73	0.0000077188	0.0000001850	0.0004910044
ESQ75	0.0000105832	0.0000000198	0.0000529999
ESQ76	0.0000137836	0.0000000125	0.0000335729
ESQ78	0.0000105082	0.0000000143	0.0000384048
ESQ77	0.0000128348	0.0000001253	0.0003354785
ESQ79	0.0000097507	0.0000000083	0.0000221914
ESQ80	0.0000113512	0.0000000182	0.0000486680
ESQ82	0.0000109529	0.0000000186	0.0000499541
ESQ81	0.0000112158	0.0000000227	0.0000608634
ESQ92	0.0000108959	0.0000000087	0.0000234569
ESQ84	0.0000108960	0.0000000097	0.0000259723
ESQ83	0.0000113138	0.0000000392	0.0001050931
ESQ88	0.0000091581	0.0000001188	0.0003161382
ESQ85	0.0000109583	0.0000000004	0.0000009773
ESQ86	0.0000112175	0.0000000012	0.0000031515



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION  
TOTAL**

<b>Descripción</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Atura</b>
<b>ESQ87</b>	0.0000120063	0.0000000034	0.0000091585
<b>ESQ89</b>	0.0000111399	0.0000000522	0.0001400397
<b>ESQ90</b>	0.0000104511	0.0000000032	0.0000087153
<b>ESQ91</b>	0.0000118744	0.0000000245	0.0000656064
<b>ESQ93</b>	0.0000109456	0.0000000426	0.0001142469
<b>ESQ94</b>	0.0000114324	0.0000000403	0.0001080580
<b>ESQ95</b>	0.0000113702	0.0000000219	0.0000586905
<b>ESQ96</b>	0.0000109023	0.0000000340	0.0000911695
<b>ESQ97</b>	0.0000106198	0.0000000547	0.0001466527
<b>ESQ98</b>	0.0000112463	0.0000000260	0.0000696612
<b>ESQ99</b>	0.0000114075	0.0000000445	0.0001194927
<b>ESQ100</b>	0.0000106369	0.0000000740	0.0001975388
<b>ESQ101</b>	0.0000040277	0.0000001245	0.0003321420
<b>ESQ102</b>	0.0000112631	0.0000000433	0.0001162474
<b>ESQ103</b>	0.0000116383	0.0000000363	0.0000974738
<b>ESQ106</b>	0.0000121590	0.0000000530	0.0001422539
<b>ESQ105</b>	0.0000102206	0.0000000142	0.0000380570
<b>ESQ104</b>	0.0000105089	0.0000000509	0.0001364574
<b>ESQ107</b>	0.0000111001	0.0000000953	0.0002540854
<b>ESQ108</b>	0.0000120086	0.0000000285	0.0000760502
<b>ESQ109</b>	0.0000107896	0.0000000096	0.0000256817
<b>ESQ110</b>	0.0000114001	0.0000000321	0.0000862106
<b>ESQ112</b>	0.0000080454	0.0000000391	0.0001049913
<b>ESQ113</b>	0.0000120312	0.0000000386	0.0001034955
<b>ESQ114</b>	0.0000106456	0.0000000183	0.0000491677
<b>ESQ115</b>	0.0000100021	0.0000000099	0.0000264674
<b>ESQ116</b>	0.0000105106	0.0000000612	0.0001639331
<b>ESQ118</b>	0.0000114757	0.0000000874	0.0002327528
<b>ESQ117</b>	0.0000106090	0.0000000760	0.0002024958
<b>ESQ119</b>	0.0000103493	0.0000000560	0.0001491550

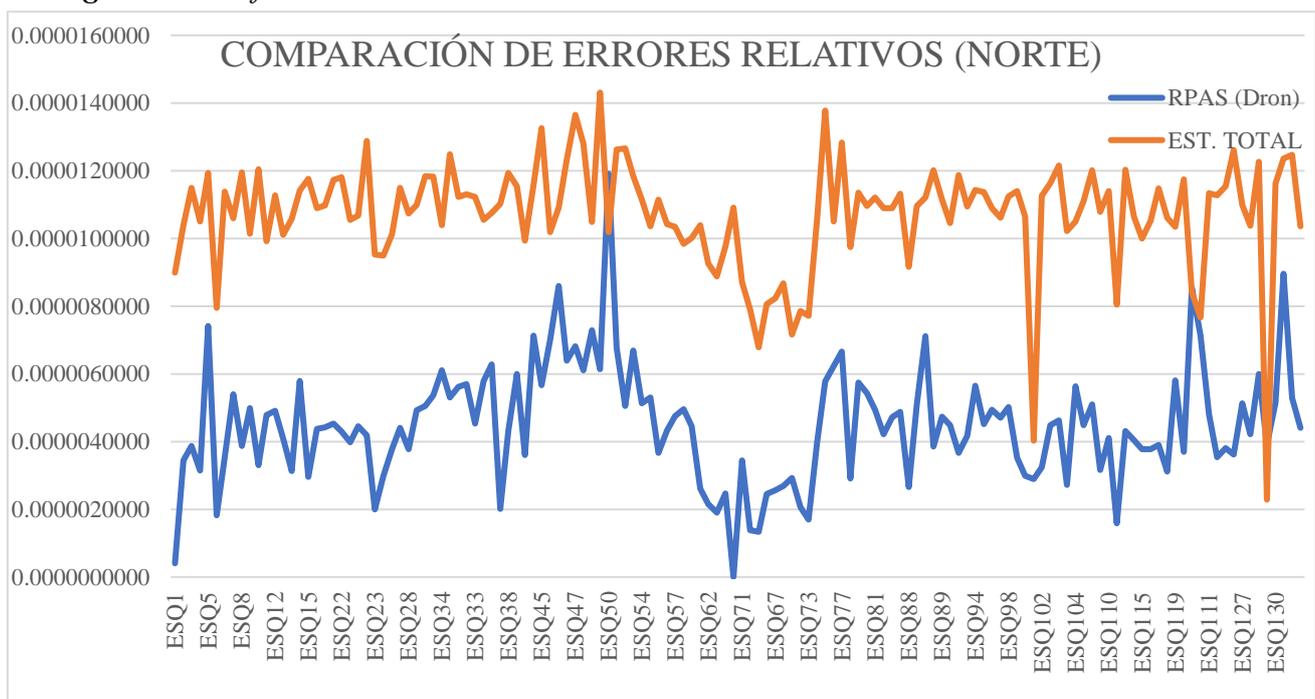


**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION  
TOTAL**

Descripción	Norte	Este	Atura
ESQ120	0.0000117402	0.0000000131	0.0000350447
ESQ121	0.0000084036	0.0000000016	0.0000042608
ESQ122	0.0000076729	0.0000001199	0.0003216906
ESQ111	0.0000113350	0.0000000395	0.0001060623
ESQ123	0.0000112706	0.0000000526	0.0001411408
ESQ124	0.0000115480	0.0000000492	0.0001323464
ESQ125	0.0000126075	0.0000000733	0.0001970454
ESQ127	0.0000109939	0.0000000355	0.0000955363
ESQ126	0.0000103823	0.0000000448	0.0001204294
ESQ128	0.0000122663	0.0000000727	0.0001958543
ESQ129	0.0000022855	0.0000000232	0.0000625149
ESQ130	0.0000116160	0.0000001677	0.0004515529
ESQ131	0.0000123637	0.0000001440	0.0003878244
ESQ132	0.0000124758	0.0000000852	0.0002295424
ESQ133	0.0000103533	0.0000000108	0.0000291411

Fuente: Elaboración propia

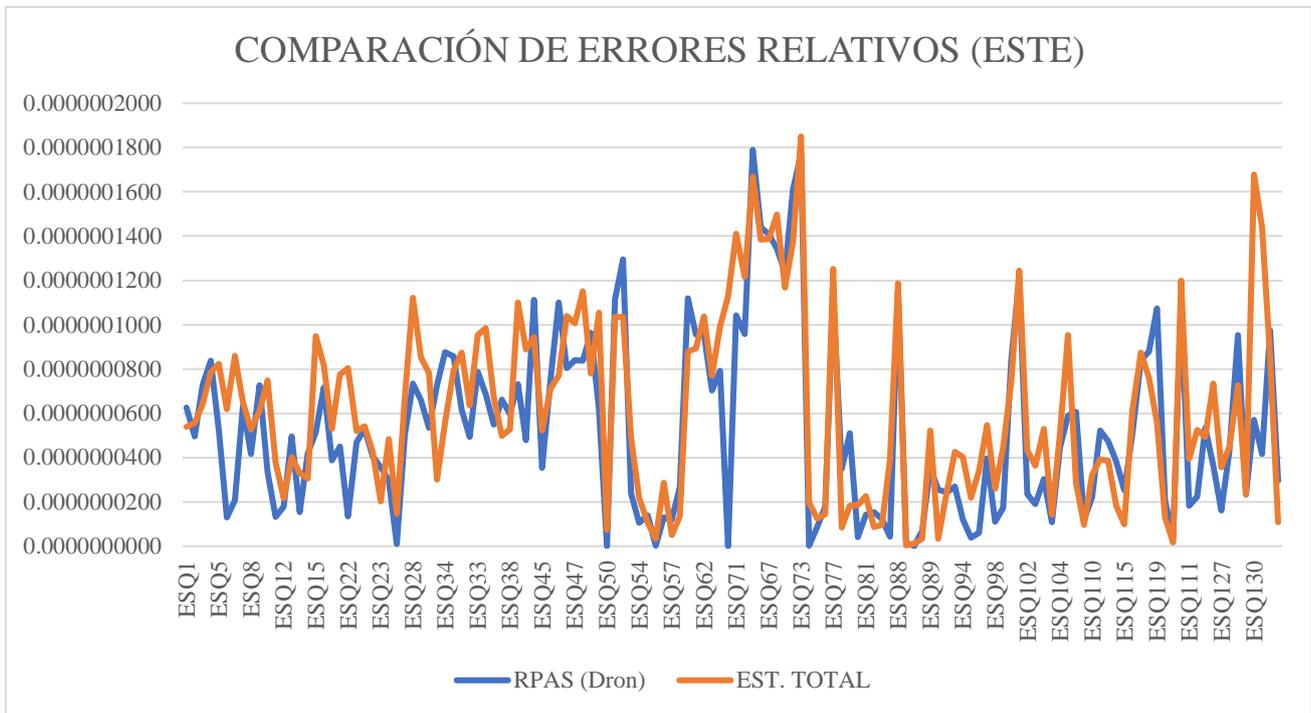
Figura 55. Gráfico de errores relativos en la coordenada Norte



Fuente: Elaboración propia

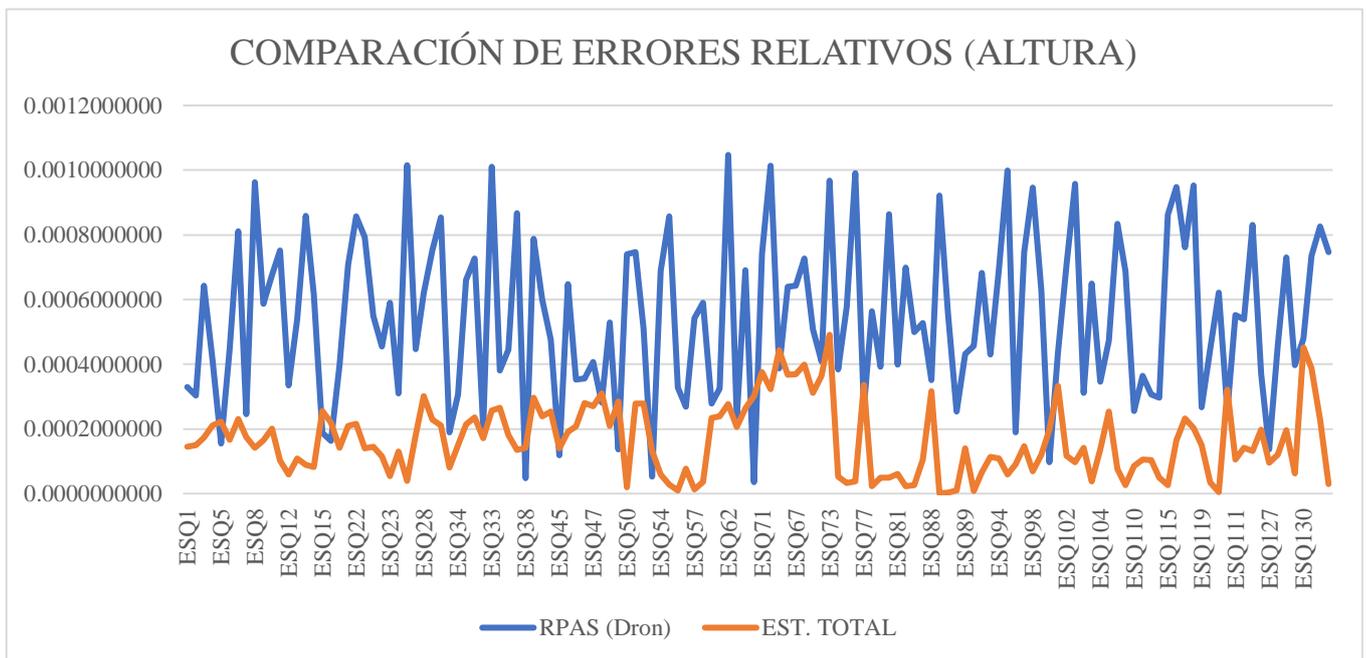


Figura 56. Gráfico de errores relativos en la coordenada Este



Fuente: Elaboración propia

Figura 57. Gráfico de errores relativos en la Altura



Fuente: Elaboración propia

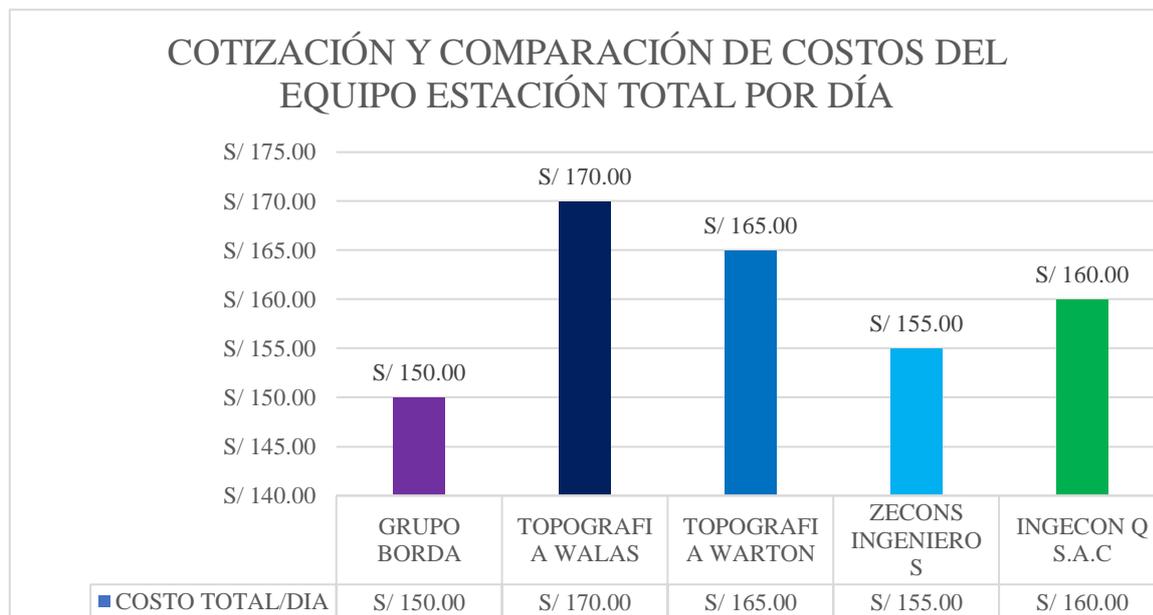


**Tabla 34.** Cotización para la realización del levantamiento topográfico con estación total

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
<b>Nombre del proyecto:</b>		
<b>"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN CUANTO AL COSTO, TIEMPO Y PRECISIÓN CON RPAS Y ESTACIÓN TOTAL EN LA APV JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE OROPESA, QUISPICANCHIS, CUSCO - 2023"</b>		
Responsables: Hector Tomasino Castillo Arce / Gregory Jordi Jauregui Hurtado		
Fecha: ...../...../.....		
COTIZACIÓN PARA REALIZAR LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS CON ESTACIÓN TOTAL		
COSTOS PARA EJECUTAR LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS A DISTINTAS EMPRESAS EN EL CUSCO		
EMPRESA	COSTO TOTAL/DIA	TIEMPO DE EJECUCION
GRUPO BORDA	S/ 150.00	5 DIAS
TOPOGRAFIA WALAS	S/ 170.00	8 DIAS
TOPOGRAFIA WARTON	S/ 165.00	5 DIAS
ZECONS INGENIEROS	S/ 155.00	6 DIAS
INGECON Q.S.A.C	S/ 160.00	7 DIAS
COSTO PROMEDIO	S/ 160.00	6.4 DIAS

Fuente: Elaboración propia

**Figura 58.** Gráfica de cotización y comparación de costos de un levantamiento topográfico con estación total



Fuente: Elaboración propia

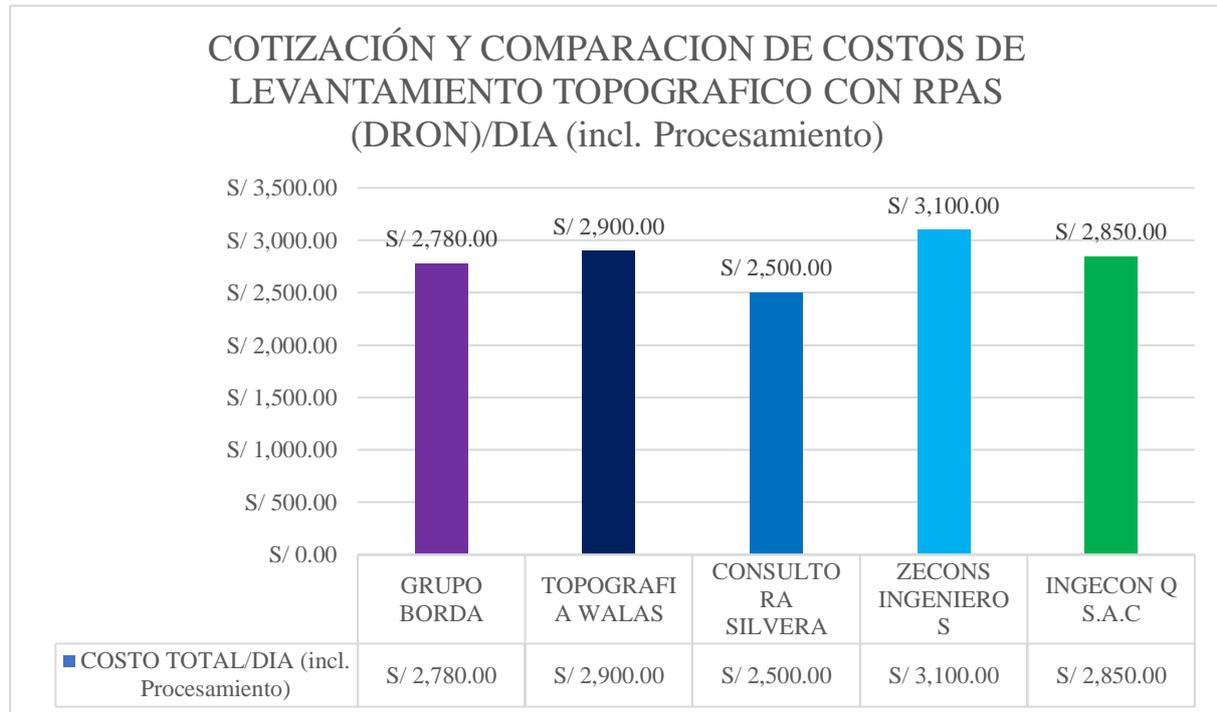


**Tabla 35.** Cotización para realizar el levantamiento topográfico con RPAS (dron)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
<b>Nombre del proyecto:</b>		
"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN CUANTO AL COSTO, TIEMPO Y PRECISIÓN CON RPAS Y ESTACIÓN TOTAL EN LA APV JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE OROPESA, QUISPICANCHIS, CUSCO - 2023"		
<b>Responsables:</b>	Hector Tomasino Castillo Arce / Gregory Jordi Jauregui Hurtado	
<b>Fecha:</b>	20/02/2024	
<b>COTIZACIÓN PARA REALIZAR LEVANTAMIENTOS DRON (DJI Mavic 3 Enterprise)</b>		
COSTOS PARA EJECUTAR LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS A DISTINTAS EMPRESAS EN EL CUSCO		
EMPRESA	COSTO TOTAL/DIA (incl. Procesamiento)	TIEMPO DE EJECUCION
GRUPO BORDA	S/ 2,780.00	1 DIA
TOPOGRAFIA WALAS	S/ 2,900.00	1 DIA
CONSULTORA SILVERA	S/ 2,500.00	1 DIA
ZECONS INGENIEROS	S/ 3,100.00	1 DIA
INGECON Q S.A.C	S/ 2,850.00	1 DIA
<b>COSTO PROMEDIO</b>	<b>S/ 2,826.00</b>	<b>1 DIAS</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 59.** Gráfica de cotización y comparación de costos de un levantamiento topográfico con RPAS (dron)



Fuente: Elaboración propia

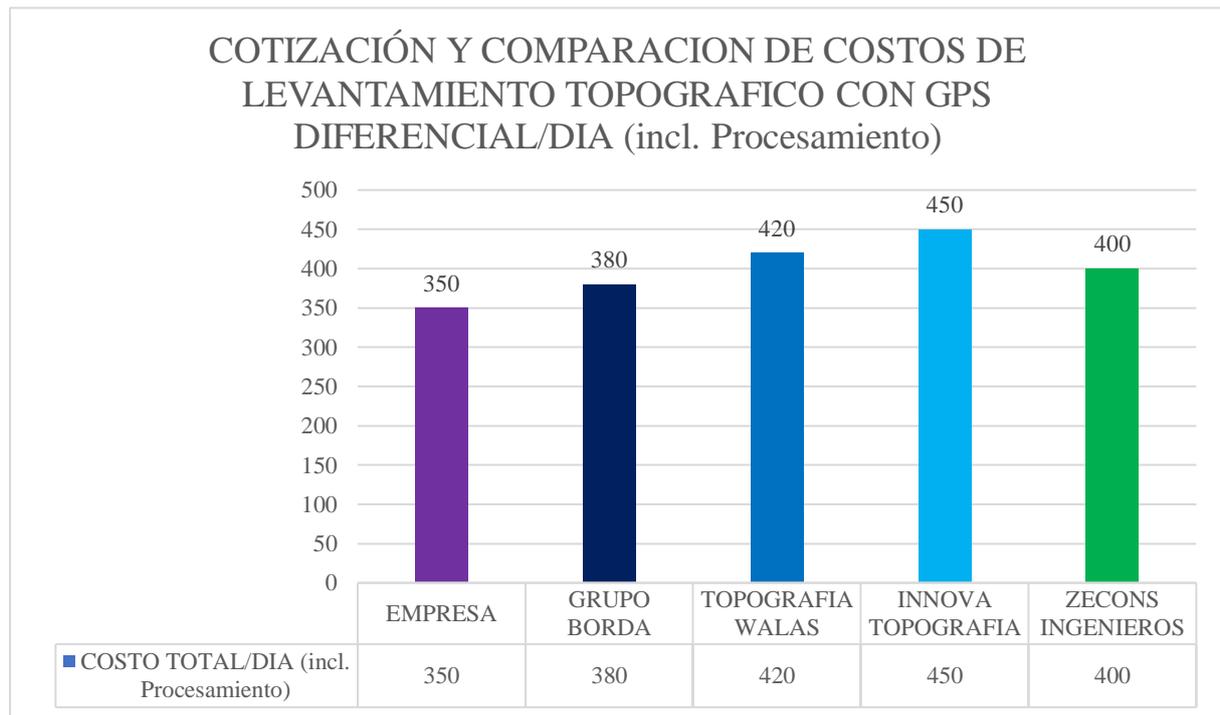


**Tabla 36.** Cotización para la realización de georreferenciación de puntos geodésicos.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
<b>Nombre del proyecto:</b>		
<b>"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN CUANTO AL COSTO, TIEMPO Y PRECISIÓN CON RPAS Y ESTACIÓN TOTAL EN LA APV JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE OROPESA, QUISPICANCHIS, CUSCO - 2023"</b>		
<b>Responsables:</b>	Hector Tomasino Castillo Arce / Gregory Jordi Jauregui Hurtado	
<b>Fecha:</b>	20/02/2024	
<b>COTIZACIÓN PARA REALIZAR LEVANTAMIENTOS GPS DIFERENCIAL</b>		
COSTOS PARA EJECUTAR LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS A DISTINTAS EMPRESAS EN EL CUSCO		
EMPRESA	COSTO TOTAL/DIA (incl. Procesamiento)	TIEMPO DE EJECUCION
GRUPO BORDA	S/ 350.00	2 DIAS
TOPOGRAFIA WALAS	S/ 380.00	2 DIAS
INNOVA TOPOGRAFIA	S/ 420.00	2 DIAS
ZECONS INGENIEROS	S/ 450.00	2 DIAS
INGECON Q.S.A.C	S/ 400.00	2 DIAS
<b>COSTO PROMEDIO</b>	<b>S/ 400.00</b>	<b>2 DIAS</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 60.** Gráfica de cotización y comparación de costos para realizar la georreferenciación de puntos geodésicos.

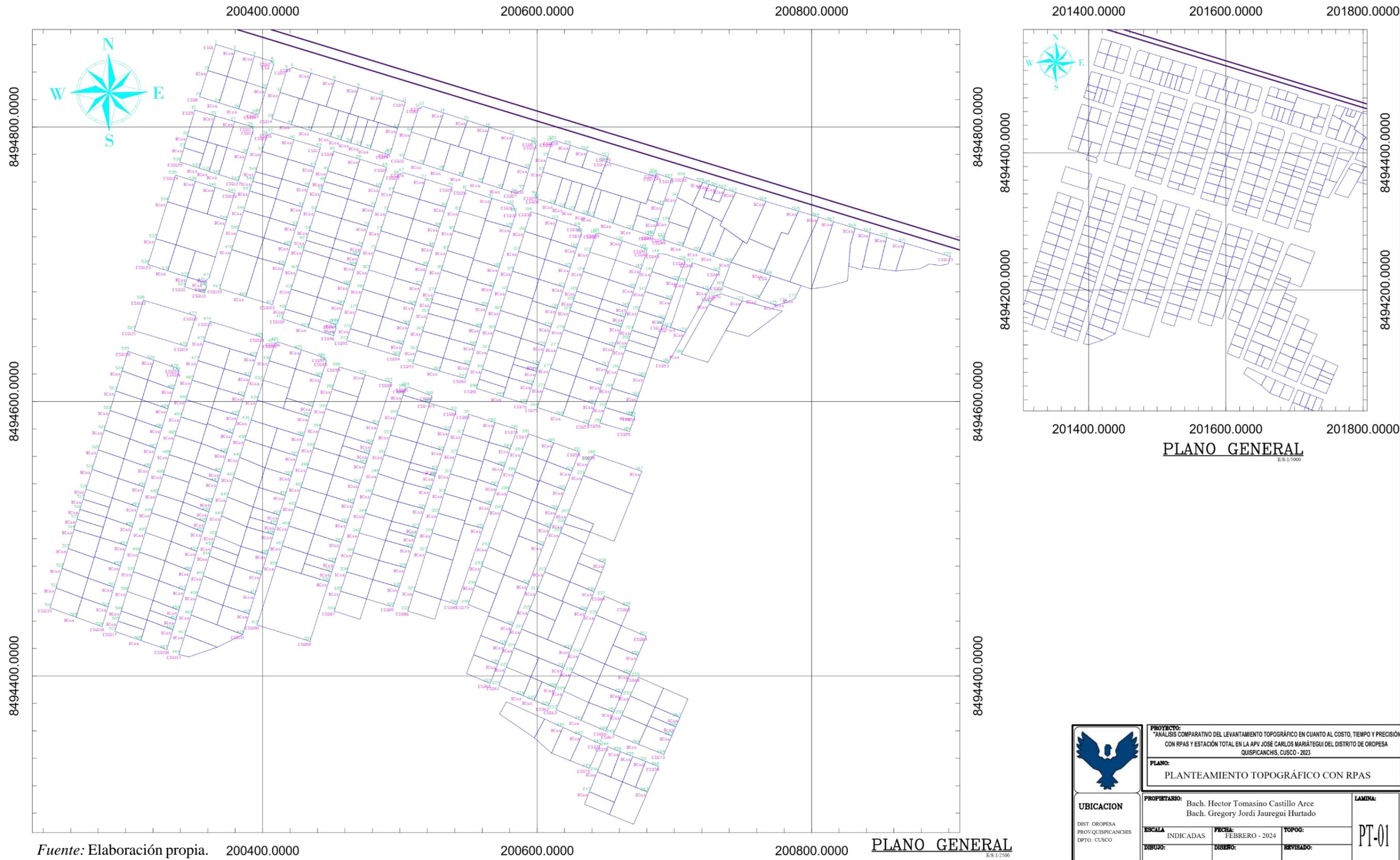


Fuente: Elaboración propia



3.7.4. Diseños

Figura 61. Elaboración final para el entregable del plano catastral de la zona de estudio con RPAS (dron)



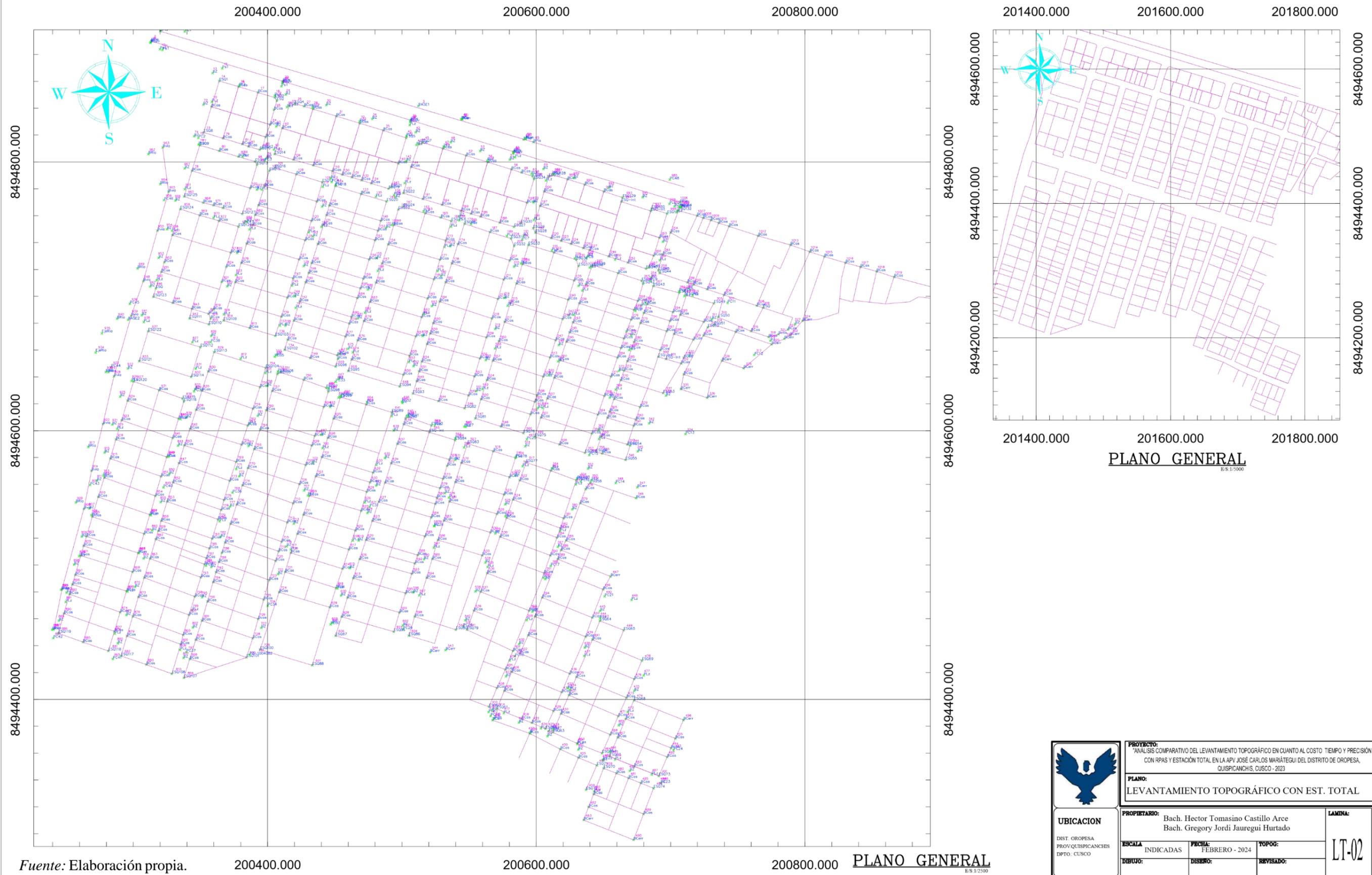
Fuente: Elaboración propia.

PLANO GENERAL

	<b>PROYECTO:</b> ANÁLISIS COMPARATIVO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN CUANTO AL COSTO, TIEMPO Y PRECISIÓN CON RPAS Y ESTACIÓN TOTAL EN LA APV JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE OROPESA QUISPICANCHIS, CUSCO - 2023		
	<b>PLANO:</b> PLANTEAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPAS		
<b>UBICACION</b> DIST. OROPESA PROV. QUISPICANCHIS DPTO. CUSCO	<b>PROPIETARIO:</b> Bach. Hector Tomasino Castillo Arce Bach. Gregory Jordi Jauregui Hurtado	<b>LAMINA:</b> PT-01	
<b>ESCALA:</b> INDICADAS	<b>FECHA:</b> FEBRERO - 2024	<b>TOPOG:</b>	
<b>DIBUJO:</b>	<b>DISEÑO:</b>	<b>REVISADO:</b>	



Figura 62. Elaboración final para el entregable del plano catastral de la zona de estudio con estación total





## CAPÍTULO 4: **Resultados**

### 4.1 **Resultados respecto a los objetivos específicos**

#### 4.1.1. **Costos**

Tomando en cuenta el planteamiento del primer objetivo sobre realizar la comparación de los costos de ejecución empleando instrumentos para realizar el levantamiento topográfico con RPAS y estación total en la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco - 2023.

Se realiza el análisis a las tablas donde a continuación se presentará la información que detalla los costos estimados durante el tiempo de ejecución empleando instrumentos para el levantamiento topográfico con RPAS y estación total.



**Tabla 37.** Costo estimado del levantamiento con estación total con RPAS (dron)

	<b>Día 1 (A 50m de altura)</b>	<b>Día 2 (A 60m de altura)</b>	<b>Día 3 (A 70m de altura)</b>
<b>Alquiler de equipos</b>			
DRONE Mavic3Eenterprise (incl. Procesamiento)	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00
<b>Personal técnico</b>			
Personal de apoyo	S/ 70.00	S/ 70.00	S/ 70.00
<b>Viáticos</b>			
Pasajes	S/ 10.00	S/ 10.00	S/ 10.00
Almuerzos	S/ 30.00	S/ 30.00	S/ 30.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>S/ 2,610.00</b>	<b>S/ 2,610.00</b>	<b>S/ 2,610.00</b>
	<b>COSTO TOTAL ESTIMADO</b>	<b>S/ 7,830.00</b>	

*Fuente:* Elaboración propia



**Tabla 38.** Costo estimado del levantamiento con estación total

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
<b>Alquiler de equipos</b>							
Estación total Topcon OS105 (incl. trípode)	-	-	S/ 120.00				
Prisma (02 und)	-	-	S/ 30.00				
<b>Materiales y/o insumos</b>							
Hormigón	S/ 34.00	-	-	-	-	-	-
Cemento portland tipo IP	S/ 82.50	-	-	-	-	-	-
Yeso	-	S/ 20.00	-	-	-	-	-
Pintura spray en aerosol	-	S/ 20.00	-	-	-	-	-
Puntos geodésicos de bronce	S/ 840.00	-	-	-	-	-	-
Plancha badilejo	S/ 21.80	-	-	-	-	-	-
Guantes de caucho multipropósito	S/ 11.80	-	-	-	-	-	-
<b>Personal técnico</b>							
Personal de apoyo	-	-	S/ 70.00				
<b>Viáticos</b>							
Pasajes	-	S/ 10.00	-	-	-	-	-
Alquiler de auto	S/ 50.00	-	S/ 50.00				
Almuerzos	S/ 20.00	S/ 20.00	S/ 30.00				
<b>SUBTOTAL</b>	S/ 1,060.10	S/ 70.00	S/ 300.00				
<b>COSTO TOTAL ESTIMADO</b>							<b>S/ 2,630.10</b>

Fuente: Elaboración propia



Figura 63. Gráfico de diferencia de costos estimados



Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Costo estimado georreferenciación con GPS diferencial

<b>Día 1</b>	
<b>Alquiler de equipos</b>	
GPS diferencial Emlid Reach RS2	S/ 350.00
<b>Personal técnico</b>	
Personal de apoyo	S/ 70.00
<b>Viáticos</b>	
Pasajes	S/ 10.00
Almuerzos	S/ 30.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>S/ 460.00</b>
<b>COSTO TOTAL ESTIMADO</b>	<b>S/ 460.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. Costo estimado para certificación de puntos geodésicos

	<b>Punto Geodésico N°1</b>	<b>Punto Geodésico N°2</b>	<b>Punto Geodésico N°3</b>
<b>Costos para solicitar certificación de puntos geodésicos de orden "C"</b>			
Data	S/ 200.00	S/ 200.00	S/ 200.00
Ficha técnica	S/ 300.00	S/ 300.00	S/ 300.00
Certificación	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>S/ 1,500.00</b>	<b>S/ 1,500.00</b>	<b>S/ 1,500.00</b>
<b>COSTO TOTAL ESTIMADO</b>	<b>S/ 4,500.00</b>		

Fuente: Elaboración propia



En cuanto a los costos, el levantamiento con estación total tiene un costo estimado total de S/ 2,630.10 distribuido en un período de cinco días de ejecución. Este costo incluye alquiler de equipos, materiales e insumos, personal técnico y viáticos. Por otro lado, el levantamiento con RPAS (dron) tiene un costo estimado de S/ 2,610.00, y un costo total por las 3 alturas de vuelo se tiene un costo estimado total de S/ 7,830.00 concentrado en solo un día de ejecución por cada altura de vuelo. Aunque ambos métodos requieren materiales e insumos similares, como hormigón, cemento, yeso para la elaboración de los puntos geodésicos y BMS, el uso del levantamiento topográfico con RPAS resulta en un ahorro significativo en el alquiler de equipos de mano pesados como la estación total, jalón, prismas y por consiguiente también su traslado. Con respecto al personal de apoyo y/o profesional se puede visualizar que en el levantamiento topográfico con estación total se concentró la mayoría de la atención en el trabajo. En conclusión, el levantamiento topográfico con RPAS resultó más económico que el levantamiento con estación total con una diferencia de S/. 20.10 por cada día de un levantamiento con RPAS, aunque la diferencia no sea mucha, se opta por la elección de esta ya que el tiempo que se emplea en el consumo de esta cantidad es menor que el de levantamiento topográfico por estación total. Lo anterior acepta la primera hipótesis trazada en nuestra investigación.

Por otro lado, se tiene que tomar en consideración que los costos en cuanto a la geolocalización de los puntos geodésicos, porque estos son de suma importancia para realizar un levantamiento topográfico con mayor exactitud y estos costos no se incluyen en los diferentes métodos de levantamiento topográfico.

Así como también debemos tener en cuenta que la certificación de los puntos geodésicos deberán ser certificados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) para que estos puntos georreferenciados tengan validez para futuros proyectos que se puedan ejecutar para el beneficio de la zona de estudio



4.1.2. **Tiempo**

**Tabla 41.** Tiempo estimado del levantamiento topográfico con RPAS (dron)

	<b>Día 1</b>	<b>Día 2</b>
<b>Alquiler de equipos</b>		
Tiempo de instalación y calibración	-	10 min
Tiempo de carga	-	36 min
Tiempo de desinstalación de equipos	-	4 h
<b>Materiales y/o insumos</b>		
Tiempo de compra	-	
Tiempo de cotización	-	10 min
Tiempo de traslado de materiales	-	1 h
<b>Viáticos</b>		
Tiempo de ida y vuelta	-	1h 30min
Tiempo de flete para equipos y materiales	-	1h 30min
<b>SUBTOTAL</b>	-	8h 56min
	<b>TIEMPO TOTAL ESTIMADO</b>	8h 56min

*Fuente:* Elaboración propia

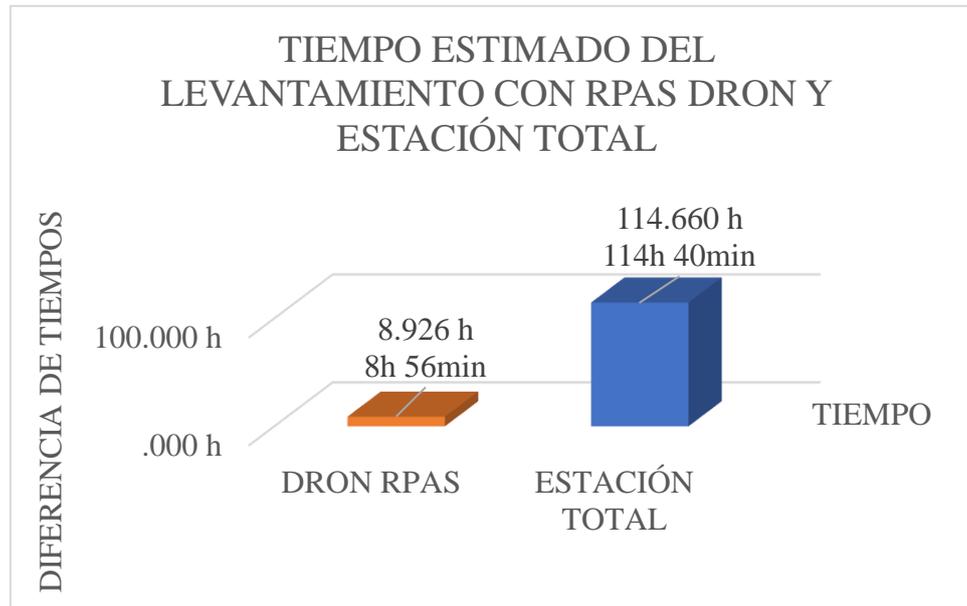


**Tabla 42.** Tiempo estimado del levantamiento topográfico con estación total

	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
<b>Alquiler de equipos</b>					
Tiempo de instalación y calibración	10 min	10 min	10 min	10 min	10 min
Tiempo de carga	5 h	5 h	5 h	5 h	5 h
Tiempo de recolección de data	8 h	6 h	8 h	8 h	6h 30min
Tiempo de desinstalación de equipos	50 min	50 min	50 min	50 min	50 min
<b>Materiales y/o insumos</b>					
Tiempo de compra	30 min				
Tiempo de cotización	10 min				
Tiempo de traslado de materiales	1 h				
<b>Personal técnico</b>					
Tiempo de trabajo de personal	8 h	6 h	8 h	8 h	6h 30min
<b>Viáticos</b>					
Tiempo de ida y vuelta	1 h	1 h	1 h	1 h	1 h
Tiempo de flete para equipos y materiales	1 h	1 h	1 h	1 h	1 h
<b>SUBTOTAL</b>	25h 40min	20 h	24 h	24 h	21 h
<b>TIEMPO TOTAL ESTIMADO</b>					114h 40min

Fuente: Elaboración propia

Figura 64. Gráfico de diferencia de tiempos estimados



Fuente: Elaboración propia

En términos de eficiencia operativa, el levantamiento con estación total implica un tiempo estimado de trabajo distribuido en cinco días, con actividades como instalación, calibración, recolección de datos y desinstalación de equipos. Por el contrario, el levantamiento con RPAS (DRON) requiere un período más corto de tiempo operativo concentrado en solo dos días, lo que permite una mayor rapidez en la ejecución del levantamiento.

En resumen, aunque ambos métodos de levantamiento tienen sus ventajas y desventajas, el levantamiento con RPAS (DRONE) emerge como una opción más económica y eficiente en términos de costo y tiempo operativo, lo que lo convierte en una alternativa atractiva para proyectos que requieren rapidez y precisión en la recopilación de datos topográficos. Lo anterior acepta la segunda hipótesis trazada en nuestra investigación.

#### 4.1.3. Precisión

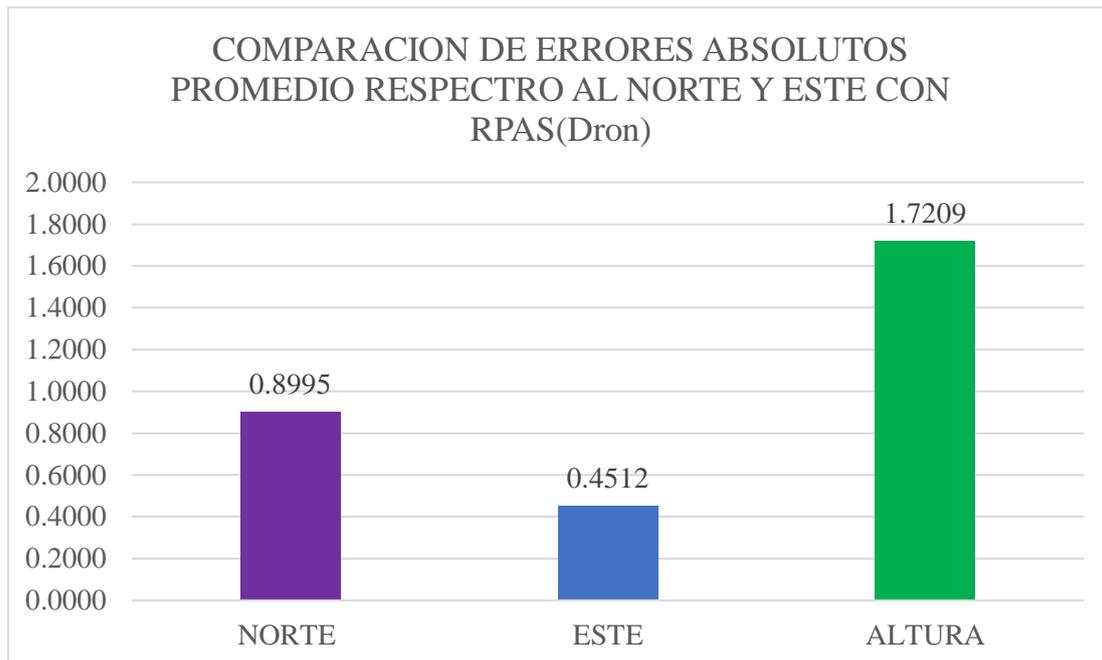
Tomando en cuenta el planteamiento del tercer objetivo sobre determinar el coeficiente de variación en la obtención de los datos topográficos entre el levantamiento con RPAS y el levantamiento con estación total en la apv José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco.

Para el análisis de cada coordenada se organizaron los datos obtenidos por cada tipo de coordenada (Norte y Este) y también para cada tipo de levantamiento topográfico (con RPAS y con estación total). Luego de ello, se hizo el análisis comparativo de los errores absolutos y errores relativos que se obtuvieron para lograr comparar los diferentes métodos y análisis de precisión.



## ERROR ABSOLUTO

**Figura 65.** Gráfico de comparación de errores absolutos promedio respecto a Norte, Este y Altura con RPAS (dron)

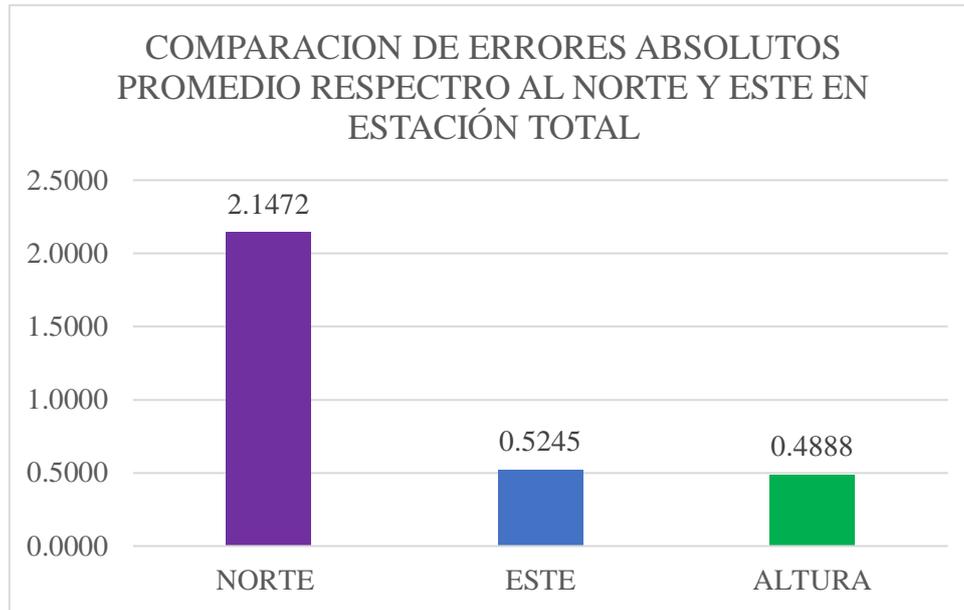


*Fuente:* Elaboración propia.

**ANÁLISIS DEL GRÁFICO:** En la gráfica se muestran los resultados obtenidos de los errores absolutos de cada coordenada con respecto al Norte, Este y Altura, empleando instrumentos para levantamiento topográfico con RPAS (dron), lo cual observamos que la coordenada Este resulta un valor menor a 0.4512 metros lo cual nos indica que es un error mínimo de dicha coordenada y en cuanto a la altura resulta un valor mayor de 1.7209 metros lo que nos indica que es un mayor error.



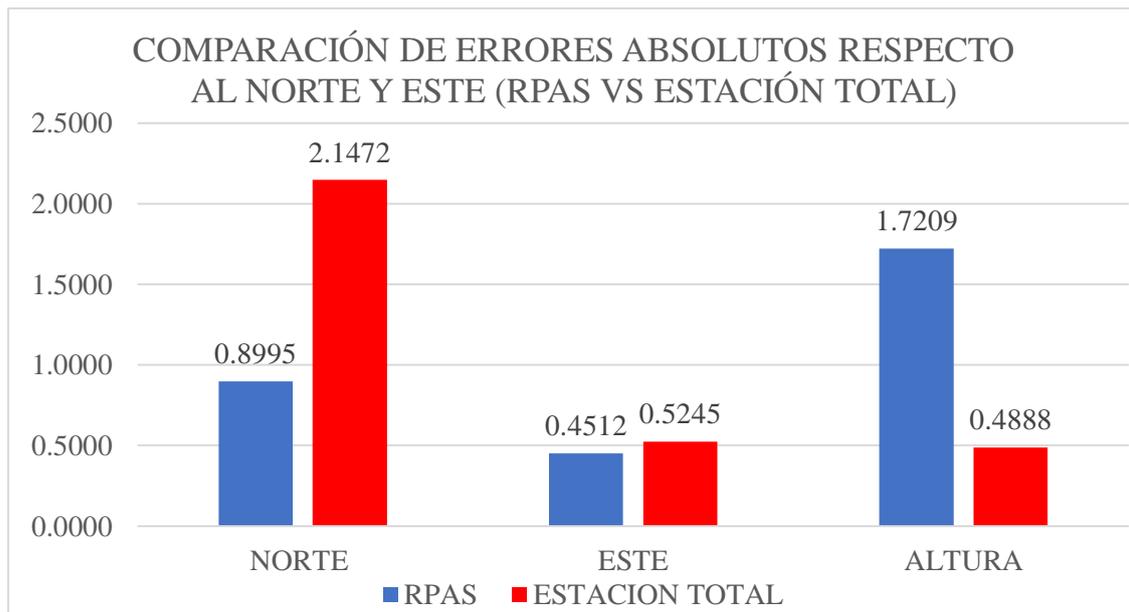
**Figura 66.** Gráfico comparativo de errores absolutos promedio respecto a estación total



Fuente: Elaboración propia

**ANÁLISIS DEL GRÁFICO:** En la gráfica se muestran los resultados obtenidos de los errores absolutos de cada coordenada con respecto al Norte, Este y Altura, empleando instrumentos para levantamiento topográfico con estación total, lo cual observamos que la Altura resulta tener un valor menor de 0.4888 metros lo cual nos indica que es un error mínimo de dicha coordenada y en cuanto al Norte resulta un valor mayor de 2.1472 metros lo que nos indica que tiene un mayor error.

**Figura 67.** Gráfico comparativo de errores absolutos respecto al NORTE, ESTE Y ALTURA con RPAS (dron) y estación total



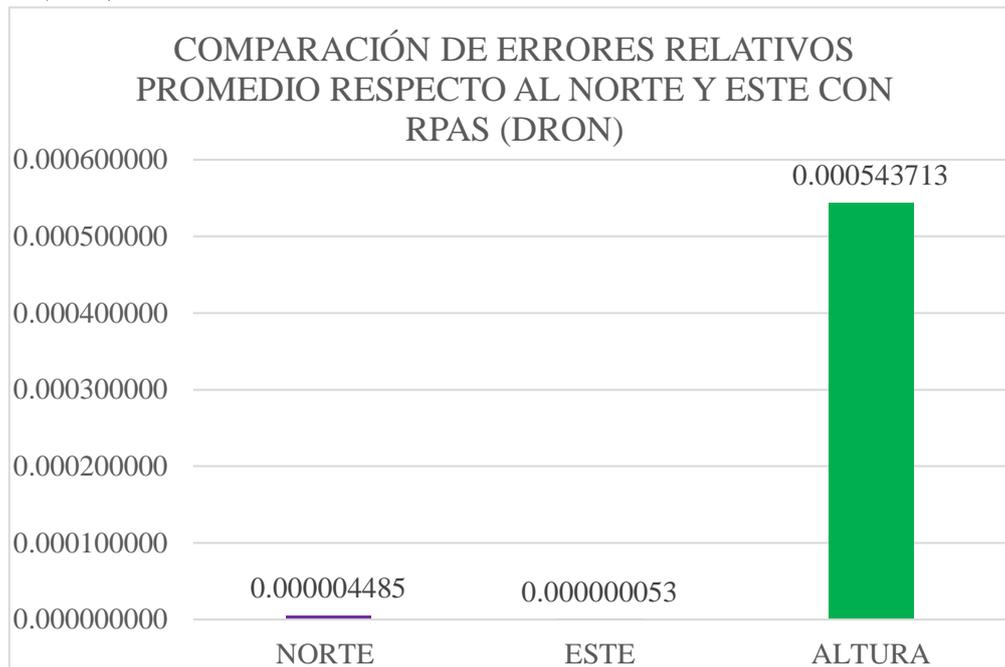
Fuente: Elaboración propia



**ANÁLISIS DEL GRÁFICO:** En la gráfica se muestran los resultados obtenidos de los errores absolutos de cada coordenada con respecto al Norte, Este y Altura, empleando instrumentos para levantamiento topográfico con RPAS (dron) y estación total, representado por los colores indicados en la serie de datos respectivamente.

#### ERROR RELATIVO

**Figura 68.** Gráfico comparativo de errores relativos respecto al NORTE, ESTE Y ALTURA con RPAS (dron).

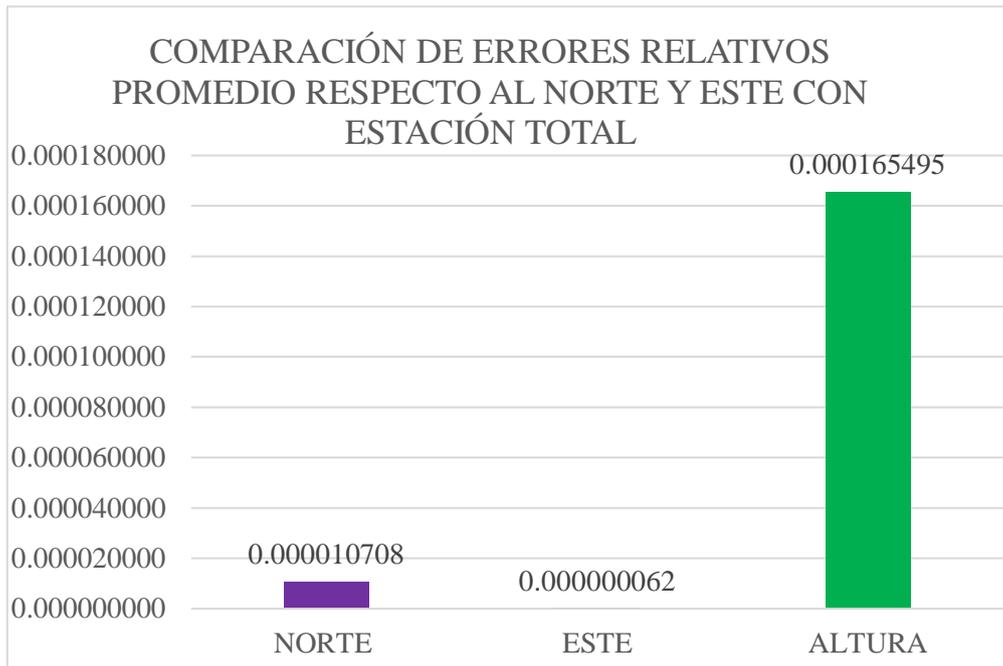


*Fuente:* Elaboración propia

**ANÁLISIS DEL GRÁFICO:** En la gráfica se muestran los resultados obtenidos de los errores absolutos de cada coordenada con respecto al Norte, Este y Altura, empleando instrumentos para levantamiento topográfico con RPAS (dron), lo cual observamos que la coordenada Este resulta un valor menor a 0.000000053 metros lo cual nos indica que es un error mínimo de dicha coordenada y en cuanto a la altura resulta un valor mayor de 0.0005437 metros lo que nos indica que es un mayor error.



**Figura 69.** Gráfico comparativo de errores relativos respecto al NORTE, ESTE Y ALTURA con estación total.

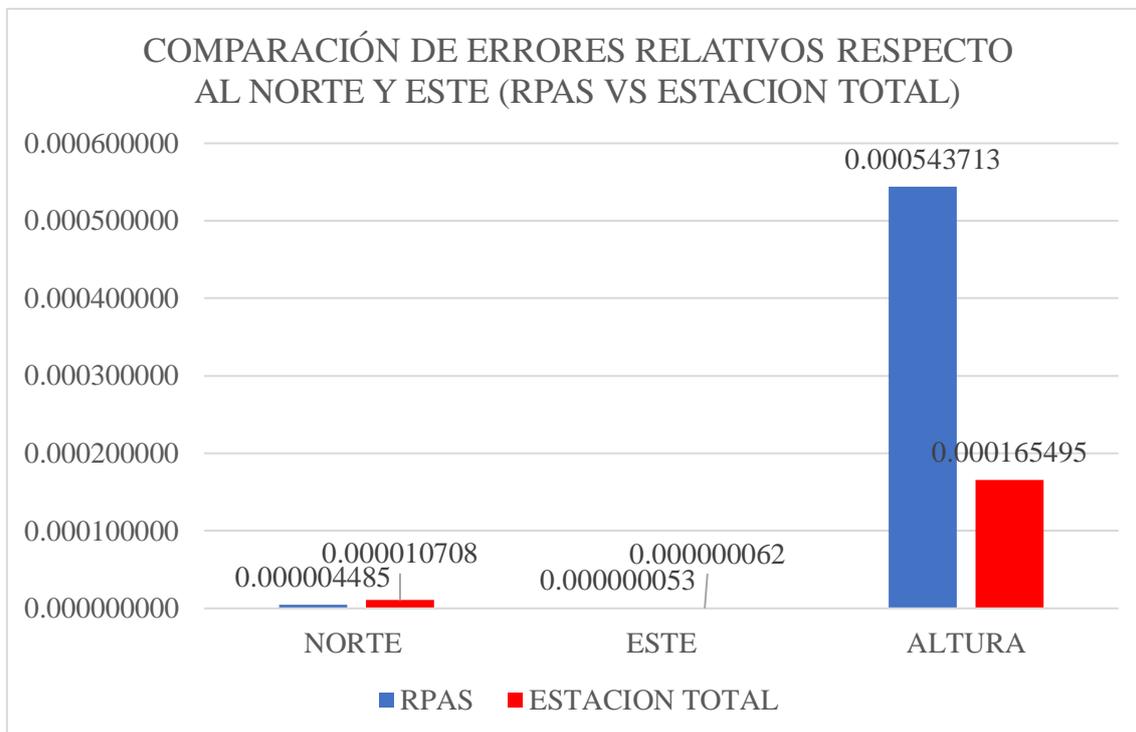


*Fuente:* Elaboración propia

**ANÁLISIS DEL GRÁFICO:** En la gráfica se muestran los resultados obtenidos de los errores absolutos de cada coordenada con respecto al Norte, Este y Altura, empleando instrumentos para levantamiento topográfico con estación total, lo cual observamos que la Altura resulta un valor menor a 0.000000062 metros lo cual nos indica que es un error mínimo de dicha coordenada y en cuanto a la altura resulta un valor mayor de 0.000165495 metros lo que nos indica que es un mayor error.



**Figura 70.** Gráfico comparativo de errores relativos respecto al NORTE, ESTE Y ALTURA con RPAS (Dron) y estación total



Fuente: Elaboración propia

**ANÁLISIS DEL GRÁFICO:** En la gráfica se muestran los resultados obtenidos de los errores absolutos de cada coordenada con respecto al Norte, Este y Altura, empleando instrumentos para levantamiento topográfico con RPAS (dron) y estación total, representado por los colores indicados en la serie de datos respectivamente.

#### 4.2 Resultados respecto al Objetivo General

Tomando en cuenta el planteamiento de una evaluación comparativa de los costos de ejecución empleando instrumentos para realizar el levantamiento topográfico con RPAS y estación total. se hizo un análisis que detalla los costos estimados durante el tiempo de ejecución del levantamiento con estación total, el costo fue de S/2,630.10 en un periodo de 5 días, en cambio al realizar el levantamiento con RPAS se tiene un costo de S/2,610.00 en un día de ejecución incluyendo el procesamiento de datos. Y con respecto al personal de apoyo y/o profesional se pudo evidenciar que el levantamiento con estación total se concentró la mayor parte de atención para su ejecución; por otro lado, el levantamiento con RPAS resulta ser más económico por una diferencia de S/20.10 por cada día de un levantamiento con estación total y es por esta razón que se opta por el levantamiento con RPAS ya que el tiempo que se emplea es menos que el levantamiento con estación total.



podemos asumir que, el levantamiento con RPAS (dron) es mucho más rápido, puesto que, todo el proceso del levantamiento incluyendo procesamiento toma 8.926h (8h 56min o 02 días) respecto al levantamiento con estación total con un total de 114.66h (114h 40min o 05 días).

Al determinar el coeficiente de variación en la obtención de los datos topográficos entre el levantamiento con RPAS y el levantamiento con estación total para el centro poblado de Oropesa, Quispicanchis, Cusco.

Para el análisis de cada coordenada se organizaron los datos obtenidos por cada tipo de coordenada (Norte y Este) y también para cada tipo de levantamiento topográfico (con RPAS y con estación total). Luego de ello, se hizo el análisis descriptivo, a través de algunas medidas estadísticas, como la media, desviación estándar, rango, coeficiente de variación y variación porcentual. De esa forma, se hallaron algunas diferencias y similitudes para cada tipo levantamiento topográfico

#### **4.3 Resultados de la demostración de la hipótesis**

De acuerdo a los resultados obtenidos se comprueba que la hipótesis relacionada a la estimación de costos, la empleabilidad de los instrumentos para el levantamiento topográfico con RPAS (dron) y estación total tienen una diferencia de costos, el costo estimado realizando el levantamiento con RPAS (dron) es S/2,610.00 y con estación total es S/2630.10 donde la diferencia es de S/ 20.10 lo cual nos demuestra que al ejecutar levantamientos con RPAS es ligeramente más costos que la estación total.

A diferencia de los tiempos de ejecución con lo diferentes instrumentos de levantamiento topográfico se considera que utilizando RPAS (dron) se tiene mayor trabajabilidad en un menor tiempo (01 día) a comparación de la Estación Total que nos conlleva a realizar en un mayor tiempo (05 días).

Y como último punto, la precisión de los diferentes métodos utilizando las distintas herramientas topográficas se comprueba que al realizar el procesamiento de datos el RPAS (dron) tiende a alejarse de la precisión o del cero en comparación a la estación total que nos da resultados más cercanos al cero. Por lo tanto, podemos asumir que la estación total tiende a tener mayor precisión.



#### 4.4 Resultado de las tolerancias catastrales

**Tabla 43.** Áreas según certificados de posesión, toma de datos con Estación Total y RPAS (Dron)

AREAS			
LOTES	CERT. POSECIÓN	EST. TOTAL	RPAS (DRON)
A-8	300.00 m <sup>2</sup>	306.53 m <sup>2</sup>	296.64 m <sup>2</sup>
A-10	300.00 m <sup>2</sup>	312.72 m <sup>2</sup>	303.79 m <sup>2</sup>
C-5	300.00 m <sup>2</sup>	305.77 m <sup>2</sup>	291.44 m <sup>2</sup>
F-3B	150.00 m <sup>2</sup>	150.38 m <sup>2</sup>	151.10 m <sup>2</sup>
G-2	300.00 m <sup>2</sup>	302.80 m <sup>2</sup>	303.28 m <sup>2</sup>
E'-4	300.00 m <sup>2</sup>	298.23 m <sup>2</sup>	296.73 m <sup>2</sup>
F'-17	300.00 m <sup>2</sup>	313.79 m <sup>2</sup>	296.19 m <sup>2</sup>
H'-18	300.00 m <sup>2</sup>	300.79 m <sup>2</sup>	294.37 m <sup>2</sup>
I'-15	300.00 m <sup>2</sup>	303.09 m <sup>2</sup>	299.11 m <sup>2</sup>
L'-16	300.00 m <sup>2</sup>	301.84 m <sup>2</sup>	297.26 m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

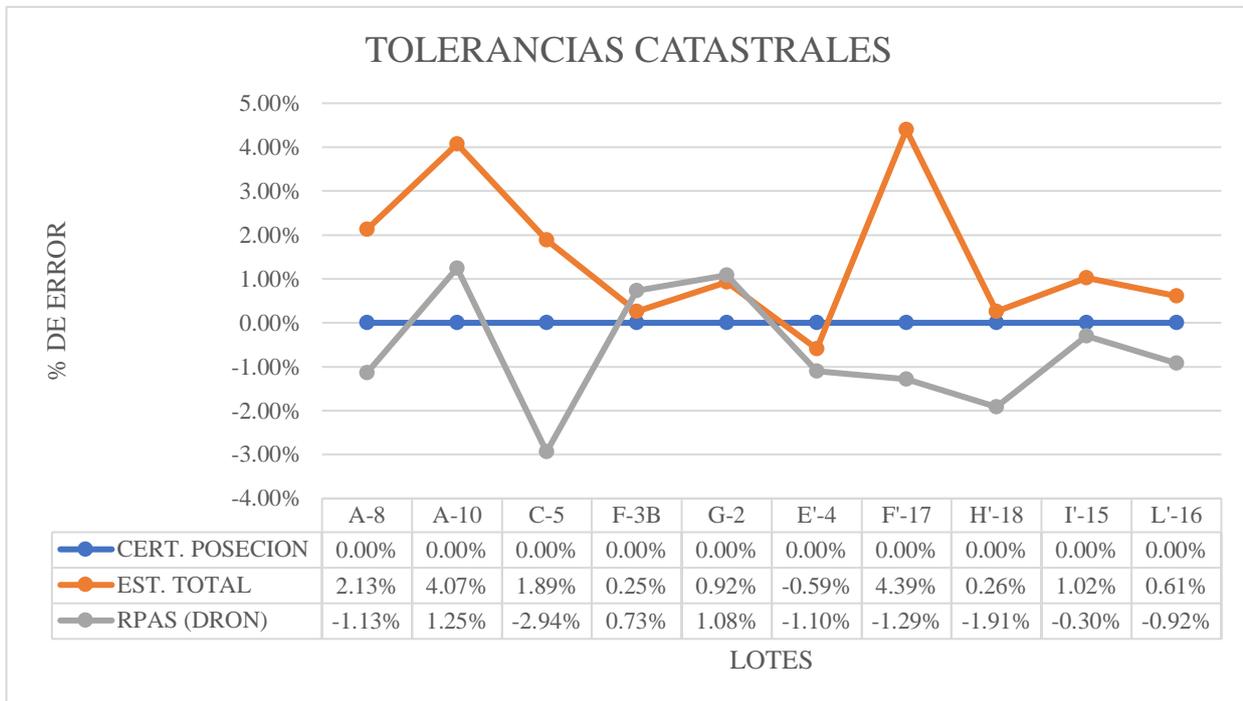
**Tabla 44.** Porcentajes de error según tolerancias catastrales

LOTE	EST. TOTAL	RPAS (DRON)
A-8	2.13%	-1.13%
A-10	4.07%	1.25%
C-5	1.89%	-2.94%
F-3B	0.25%	0.73%
G-2	0.92%	1.08%
E'-4	-0.59%	-1.10%
F'-17	4.39%	-1.29%
H'-18	0.26%	-1.91%
I'-15	1.02%	-0.30%
L'-16	0.61%	-0.92%

Fuente: Elaboración propia



Figura 71. Gráfico de tolerancias catastrales según lotes



Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 5: **Discusión**

### 5.1 Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos

¿Empleando los diferentes instrumentos topográficos para un levantamiento, cual es más preciso?

De lo anterior se ha comprobado que el levantamiento topográfico con RPAS (DRON y GPS) y el levantamiento con estación total han presentado una variación casi inexistente, siendo la mayor variación la de 0.011%. A pesar de ello podemos deducir que el levantamiento con RPAS puede ser más preciso ya que cuenta con el uso de puntos geodésicos certificados y es muy bueno cuando se trata de levantar distritos, pueblos jóvenes o zonas abiertas. Esto en relación con lo que expresa el autor (Quillahuaman, 2022), sobre que el levantamiento con RPA demostró una mayor precisión en términos de planimetría y altimetría en comparación con la estación total. Por lo tanto, la investigación proporciona evidencia de que el uso de RPA es una alternativa eficiente para el levantamiento topográfico en obras civiles, especialmente en proyectos de mayor envergadura, nos permite concluir con que ambas investigaciones tienen resultados semejantes.

Para cumplir con el desarrollo de este tercer objetivo se hizo uso de un plan de vuelo aéreo con un Dron Mavic3Enterprise y su proceso con el software Pix4Denterprise por lo cual se generaron ortofotos. De la misma manera los autores (Tarco & Quispe, 2019), también



hicieron uso de drones para un vuelo aero-fotogramétrico con un DJI Inspire 2, procesando las imágenes con el software Argisoft V 3.0 con el fin de generar ortofotos, por lo que ellos lograron indicar que el método indirecto demostró mayor precisión en comparación con el método directo, presentando una variación menor en las mediciones. De lo anterior se puede deducir que ambas investigaciones hicieron uso de la misma metodología de trabajo por lo que ambos trabajos tienen resultados semejantes.

¿Empleando los diferentes instrumentos topográficos para un levantamiento topográfico, cuál será el más costoso?

Así mismo en la presente investigación se ha podido observar que la diferencia entre los levantamientos con RPAS y estación total fue de S/. 20.10, aunque la diferencia no es mucha, de manera conveniente se puede evidenciar que los S/. 2610.00 fueron empleados en un día de trabajo con el levantamiento por RPAS, mientras que los S/. 2630.10 fueron empleados en cinco días de trabajo con el levantamiento por estación total. Esto en relación con lo que expresa el autor (Kolkos y otros, 2022), con que el método de la estación total se destaca por su precisión, sin embargo, demanda más tiempo y recurso concluyendo con que el UAS se presenta como una solución eficaz y económica para proyectos en áreas forestales urbanas donde la precisión no es crítica. Lo anterior nos permite concluir con que ambas investigaciones tienen resultados semejantes. Así mismo también tenemos al autor (Quillahuaman, 2022) sobre que el uso de RPA redujo los costos y el tiempo, especialmente en áreas más extensas, por lo cual esto suma como otra investigación que apoya los resultados hallados en la presente investigación.

¿Empleando los diferentes elementos topográficos para un levantamiento, cual tendrá mayor tiempo de ejecución?

Finalmente, en esta investigación se ha observado que, en términos de eficiencia operativa, el levantamiento con estación total implica un tiempo estimado de trabajo distribuido en cinco días, con actividades como instalación, calibración, recolección de datos y desinstalación de equipos y, por el contrario, el levantamiento con RPAS (DRON) requirió de un período más corto de tiempo operativo concentrado en solo un día, lo que permite una mayor rapidez en la ejecución del levantamiento, esto tiene mucha relación con lo que expresan los autores (Leiva & Niño de Guzmán, 2021) donde los resultados de la investigación señalaron que la utilización de UAV resultó ser más precisa en proyectos de carreteras, reduciendo los errores absolutos y relativos y el tiempo de realización, sin embargo, se observó que el costo asociado al uso de UAV es superior, atribuible a la elevada inversión inicial y al alquiler de equipos adicionales, esta investigación aporta al conocimiento al mostrar que el uso de vehículo



aéreo no tripulado (UAV) en levantamientos topográficos es una opción factible para proyectos de gran envergadura porque el UAV es más preciso y rápido en comparación con la estación total, aunque puede resultar más costoso. Lo anterior nos permite concluir con que ambas investigaciones tienen resultados semejantes.

## 5.2 Limitaciones del estudio

¿Cuáles son las limitaciones que se encontró al utilizar los diferentes elementos topográficos para la realización del estudio?

- Esta investigación se limita a estudiar los costos de realización de levantamiento topográficos utilizando equipos RPAS (dron) frente a los costos operativos obtenidos mediante métodos con estación total.
- Esta investigación se limita a estudiar los tiempos de ejecución de levantamiento topográficos utilizando equipos RPAS (dron) frente a los tiempos operativos obtenidos mediante métodos con estación total.
- Esta investigación se limita a estudiar las precisiones durante la ejecución de levantamiento topográficos utilizando equipos RPAS (dron) en comparación a los datos obtenidos mediante métodos con estación total.

¿Empleando los diferentes instrumentos topográficos para un levantamiento, cual tendrá mayor tiempo de ejecución?

- Esta investigación se limita al uso de equipos de levantamientos topográficos como RPAS (dron) DJI Mavic3Enterprise.
- Esta investigación se limita al uso de equipos de levantamientos topográficos como estación total modelo TOPCON OS-105.
- Esta investigación y los levantamientos topográficos con RPAS (dron); a las diferentes alturas de vuelo, 50 metros, 60 metros y 70 metros, teniendo en cuenta posibles obstáculos como árboles, edificaciones de concreto de gran altura, postes de electricidad y de alta tensión, cables de alta tensión.
- Esta investigación se limita a un área de estudio de 23.55 hectáreas, partiendo desde la vía Cusco-Paucartambo hasta la falda de los cerros, siendo una base fundamental para realizar estudios de catastro urbano y/o rural.
- Se limita al uso de la ley 30740: ley que regula y permite asegurar operaciones seguras y responsables, detallando las condiciones de uso, restricciones de vuelo y medidas de seguridad que operadores deben seguir para prevenir incidentes.



- Se limita a la norma técnico geodésico: especificaciones técnicas para posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del sistema satelital de navegación global con resolución jefatural N°139-2015/IGN/UCCN
- Esta investigación se limita al uso de los softwares para la recopilación de datos y el procesamiento de los mismos: Pix4D, ArcMap, ArcGis, Civil 3D, Emlid Studio, Emlid Flow.
- Esta investigación se limita a la ejecución de la empleabilidad de instrumentos para realizar levantamientos topográficos en la avp José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, provincia de Quispicanchis, Departamento de Cusco.
- Esta investigación se limita a la ejecución de los levantamientos topográficos a días con climas favorables, como soleado o parcialmente soleado, para lograr obtener datos más precisos y evitar dañar los equipos.

### 5.3 Comparación crítica con la literatura existente

¿A que altura de vuelo se obtiene mejores resultados para el levantamiento topográfico con RPAS (Dron)?

Al evaluar los vuelos de RPAS (dron) se tendrá que tener en cuenta que los valores obtenidos a diferentes alturas son datos únicos por cada sobrevuelo ya que cada vuelo es distinto a causa del estado climático en el que se pueda volar el RPAS (dron), así como también influirán las corrientes de aire que se puedan presentar al momento de volar el RPAS ya que se buscare siempre las mejores condiciones favorables de planeación para obtener la mejor data posible.

¿Cómo podemos obtener resultados más óptimos en un levantamiento topográfico con estación total?

En cuanto a la empleabilidad de instrumentos topográficos la estación total tendrá que estar calibrada y contar con un certificado de calibración ya que cada herramienta topográfica sea nueva no siempre nos dará datos topográficos exactos y/o precisos por lo que su rango de precisión se aproximara a cero.

### 5.4 Implicancias de estudio

¿Al utilizar los diferentes instrumentos topográficos para un levantamiento topográfico, cual es el aporte al desarrollar esta investigación?

Actualmente la avp José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa es una zona en crecimiento poblacional y desarrollo por lo que será beneficioso que se realicen planos



catastrales para la titulación de los diferentes predios urbanos que existen en esta zona de estudio, este estudio será beneficioso para que la entidad municipal pueda realizar proyectos como: pavimentación de pistas y veredas, mejoramiento de agua y desagua, mejoramientos de alumbrado público, etc. De esta manera esta apv podrá desarrollarse y tener mayores beneficios para sus pobladores y/o beneficiarios.

### Conclusiones

En la presente investigación se ha podido observar que las diferencias entre los levantamientos seleccionados fueron de S/. 20.10, a pesar de que la diferencia no es mucha, de manera conveniente se puede evidenciar que los S/. 2610.00 fueron empleados en dos días de trabajo con el levantamiento por RPAS, mientras que los S/. 2630.10 fueron empleados en cinco días de trabajo con el levantamiento por estación total. El método de la estación total se destaca por su precisión, sin embargo, demanda más tiempo y recurso concluyendo con que el UAS se presenta como una solución eficaz y económica para proyectos en áreas forestales urbanas donde la precisión no es crítica.

El levantamiento con estación total implica un tiempo estimado de trabajo distribuido en cinco días, con actividades como instalación, calibración, recolección de datos y desinstalación de equipos y, por el contrario, el levantamiento con RPAS (Dron y GPS) requiere un período más corto de tiempo operativo concentrado en solo dos días, lo que permite una mayor rapidez en la ejecución del levantamiento, siendo muy preciso y rápido en comparación con la estación total, y resulta ligeramente menos costoso. En base a nuestros resultados y al cumplimiento de nuestras hipótesis es que concluimos con que se han cumplido con los objetivos planteados en la presente investigación y que como recomendación se comience con el uso de levantamiento topográfico con RPAS (Dron y GPS) de preferencia en zonas cuyo acceso sea complicado.

Finalmente si nos fijamos en términos de precisión el levantamiento topográfico con RPAS (dron) y el levantamiento con estación total han presentado una variación casi inexistente, siendo la mayor variación la de 0.011%, pero de preferencia nos inclinamos con que el levantamiento con RPAS puede ser más preciso ya que cuenta con el uso de puntos geodésicos certificados y es mejor cuando se trata de levantar zonas abiertas demostrando una mayor precisión en términos de planimetría y altimetría en comparación con la estación total.

Por lo tanto, esta investigación proporciona evidencia de que el uso de RPA es una alternativa eficiente para el levantamiento topográfico en obras civiles. Además, en el



procedimiento de esta investigación se trazó un plan de vuelo aéreo con un Drone Mavic3Enterprise y su proceso con el software Pix4Denterprise junto al ArcGis, por lo cual se generaron ortofotos.

### **Sugerencias**

Se sugiere realizar la monumentación de puntos geodésicos de acuerdo a la normativa técnica geodésica del Instituto Geográfico Nacional para luego emplear los diferentes instrumentos de precisión para ejecutar levantamientos topográficos de proyectos de mediana o gran magnitud.

Se sugiere realizar la georreferenciación de los puntos geodésicos para tener un buen levantamiento topográfico y este se pueda realizar con la mayor precisión posible, sea utilizando las diferentes herramientas topográficas.

Se sugiere que al realizar el levantamiento topográfico con RPAS (dron) realizar vuelos a diferentes alturas y que estas tengan buenas condiciones climáticas, buscar la altura más óptima para determinar una mejor precisión y nos generen menos errores.

Se sugiere utilizar ambos métodos de levantamientos topográficos RPAS (dron) y estación total para poder obtener mayor precisión ya que un método se realiza de forma terrestre y otro de forma aérea, lo que nos brindara mejores resultados.

Se sugiere que al realizar el levantamiento topográfico con RPAS (dron) y se realice vuelos a diferentes alturas llevar varias baterías, ya que cada batería tiene un tiempo de duración que depende a la altura de vuelo y al área que se realizara el levantamiento.

Se sugiere tener el personal idóneo y capacitado para manipular el RPAS (dron) y la estación total para que se puedan optimizar los tiempos y precisiones en la toma de datos.

Se sugiere que luego de realizar el levantamiento topográfico con RPAS (dron) tener un buen ordenador, por lo que al momento del procesamiento de fotos tomadas por el RPAS generara mucho uso de la memoria RAM y de la tarjeta de video y este se ralentizará por que los archivos son muy pesados para un ordenador básico y también nos generara atraso para el procesamiento del levantamiento topográfico.

Se sugiere que al realizar levantamiento topográfico en zonas de difícil acceso utilizar el RPAS (dron) ya que nos facilitará la obtención de datos del levantamiento y será más eficiente que un levantamiento con estación total.



## Referencias

- QUISPE LOPE, J. H. (2022). PLANO BASE CATASTRAL URBANO A PARTIR DE FOTOGRAMETRÍA CON DRON COMPROBADO CON ESTACIÓN TOTAL – BARRIO SANTIAGO DE CHEJOÑA, PUNO.
- Abramo, P., Rodriguez Mancilla, M., & Erazo Espinosa, J. (2015). *Procesos urbanos en acción ¿Desarrollo de ciudades para todos?* Procesos urbanos en acción ¿Desarrollo de ciudades para todos?:  
[https://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20160704113705/Procesos\\_urbanos.pdf](https://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20160704113705/Procesos_urbanos.pdf)
- Asensio, A. (28 de julio de 2017). *Aplicaciones de Pix4D*.  
<https://www.cursosteledeteccion.com/aplicaciones-de-pix4d/>
- Autodesk. (2023). *SOFTWARE DE MODELADO 3D*.  
[https://latinoamerica.autodesk.com/?mktvar002=afc\\_latam\\_deeplink&AID=13955714&PID=3044233&cjevent=50b8803b7ffc11ee83060cda0a82b82a&affname=3044233\\_13955714](https://latinoamerica.autodesk.com/?mktvar002=afc_latam_deeplink&AID=13955714&PID=3044233&cjevent=50b8803b7ffc11ee83060cda0a82b82a&affname=3044233_13955714)
- Baque-Solis, J., Cuadrado-Torres, L., & Palacios-Paredes, B. (2022). Análisis comparativo topográfico sobre levantamientos altimétricos con RTK GNSS, Estación Total y Drone en Manta. *Pol. Con.*, 7(12), 586–602. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i8>
- Civil.Org, I. (2021). *Ing. Civil.Org*. <https://ingcivil.org/banco-de-nivel-bm-topografia/>
- dji ENTERPRISE. (2024). dji ENTERPRISE: <https://enterprise.dji.com/mavic-3-enterprise>
- EMLID. (29 de 02 de 2024). *Emlid*. <https://emlid.com/emlid-studio/>
- Emlid. (s.f.). *Emlid*. <https://docs.emlid.com/reach/es/tutorials/basics/rtk-introduction/>
- Escuela de Postgrado de Ingeniería y Arquitectura. (2022). *Topografía: qué es y para qué sirve*.  
<https://postgradoingenieria.com/topografia/>
- Felicisimo , A. M. (2021). *Modelos Digitales de Elevación (MDE) - Descripción*. España: Universidad pública en Oviedo, España.
- Gomez, F. (2019). *PYMET Proyectos y mediciones Topográficas S.L. PYMET*:  
<https://www.pymet.es/levantamiento-topografico/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. Mexico: McGRAW-HILL.
- Hernández, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación : las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México D.F.: McGRAW-HILL.
- hobbytuxtla. (2022). *hobbytuxtla drones profesionales*. hobbytuxtla drones profesionales:  
<https://www.hobbytuxtla.com/drones-profesionales/mavic-3-enterprise/#:~:text=Mavic%203%20Enterprise%20para%20Mapeo,a%20intervalos%20de%200.7%20segundos>.
- Huaynapata Linares, G. J., & Aller Huaman, B. R. (2023). Analisis de influencia de la fotogrametria Structure From Motion (SFM) con Dron en el Alcance de la Actualizacion de la Cartografía Catastral para la Comunidad Campesina de Ccorao-San Sebastian - Cusco 2022.
- Ibañez Asensio, S., Gisbert Blanquer, J. M., & Moreno Ramon, H. (2011). *Sistema de Coordenadas UTM*. Valencia: Escuela Técnica Superior de Ingeniería.



- IBIZA, G. Y. (s.f.). *Global yachting Ibiza*. <https://globalyachtingibiza.com/es/que-es-y-para-que-sirve-un-equipo-gnss/>
- IGN, I. (23 de 12 de 2018). *Glosario Servidor Alicante*. <https://glosarios.servidor-alicante.com/topografia-geodesia-gps>
- Informe Peruano de Economía. (2019). El catastrófico catastro peruano. <https://www.ipe.org.pe/portal/el-catastrofico-catastro-peruano/>
- Ingenium. (2022). *Ingenium Escuela de Formacion Profesional*. <https://ingenium.edu.pe/blog/mineria/que-es-el-levantamiento-topografico/#:~:text=Las%20etapas%20del%20levantamiento%20topogr%C3%A1fico,informe s%20y%20entrega%20al%20cliente.>
- Instituto de Planificación Física. (2015). Metodología para la realización de catastro urbano. (L. Sabina Roque, Ed.)
- Instituto Geográfico Nacional. (s.f.). *Fotogrametría*.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL, I. (2015). *Especificaciones Técnicas para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global*. Lima: Ministerio de Defensa.
- Jiménez. (23 de febrero de 2017). *HIDRAÚLICA FACIL*. HIDRAÚLICA FACIL: <https://www.hidraulicafacil.com/2017/02/factores-que-condicionan-una-mision-de.html>
- Jover, R. T., Riquelme Guill, A. J., Cano González, M., Abellán Fernández, A., & Jordá, L. (2016). *una técnica fotogramétrica de bajo coste para la caracterización y monitoreo de macizos rocosos*.
- Kharuf Gutierrez, S. (2018). Análisis de imágenes multispectrales adquiridas con vehículos aéreos no tripulados. Ingeniería electrónica, automática y comunicaciones.
- Kolkos, G., Stergiadou, A., Kantartzis, A., & Tselepis, A. (2022). Accuracy of topographical instruments and Unmanned Aerial Systems for mapping and surveying environmental projects. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1123(1).
- Leiva, S., & Niño de Guzmán, J. (2021). Evaluación comparativa de la precisión en levantamientos topográficos efectuados mediante vehículo aéreo no tripulado (UAV) a 50 metros de altura y el método tradicional en la Carretera Abra Ccorao-Ccorao.
- Ley 26366. (1994). Ley de creación del Sistema Nacional de los Registros Públicos y de la Superintendencia de los Registros Públicos.
- Ley 30740. (2019). Reglamento de la ley 30740, ley que regula el uso y las operaciones de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS). [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/987193/Proyecto\\_de\\_Decreto\\_S](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/987193/Proyecto_de_Decreto_S)
- Luna Fuentes, J. M. (2009). *FOTOGRAMETRIA DIGITAL I*. División de Educación Continua y a Distancia.
- Manual de usuario. (2022). *dji MAVIC 33E/3T Manual de usuario*, 103.
- Mayorga Hernández, M. I. (2023). Evolución de la Metodología de Levantamiento Métrico. Tres Estudios de Caso 1995, 2006, 2022. *Mimesis, Journal of Science of Architectural*, 3(1), 31-51.



- MTC. (05 de Setiembre de 2019). *Ministerio de Transportes y Comunicaciones*.  
<https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/50511-mtc-conoce-los-requisitos-para-operar-un-drone>
- Muñoz Capilla, J. (2019 - 2020). *FOTOGRAMETRIA I*. Universidad Atunoma de Barcelona.
- NTC. (2015). NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA 001-2015. 12.
- Padilla, A. (2016). *Productividad y rendimiento de mano de obra para algunos procesos constructivos seleccionados en la ejecución del edificio ISLHA del ITCR*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Parra, A. (19 de Agosto de 2021). *PreOlix*. PreOlix: <https://preolix.com/aprende-a-calcular-la-altura-de-vuelo-para-inspeccion-de-plantas-solares-con-drones/>
- Pedraza Santos, A. (2019). *Análisis comparativo del levantamiento topográfico tradicional y el levantamiento topográfico con RPAS en la Huaca Aznapuquio, Los Olivos*.
- Pix4D. (s.f.). Pix4D: <https://support.pix4d.com/hc/en-us/articles/202558679#label03>
- Pix4D. (19 de OCTUBRE de 2022). Pix4D: <https://www.pix4d.com/es/blog/conceptos-basicos-conocer-fotogrammetria/#Initial>
- Pula Rojas, J. (2023). *FOTOGRAMETRIA Y EXPLORACION AEREA*. Universidad San Martín de Porres.
- Quillahuaman, R. (2022). Evaluación de la Eficiencia de Levantamiento Topográfico para Obras Civiles Mediante el Uso de RPA con Respecto a la Estación Total, Cañete 2021.
- Real Academia Española. (2021). Rendimiento. En *Diccionario de la lengua española*.
- Sandoval Vargas, M. C. (2011). *Distribución T-Student Y Chi-cuadrado*. Estadística.
- SUNARP; SNCP. (s.f.). *Manual de Levantamiento Catastral Urbano*.
- Tarco, A., & Quispe, D. (2019). Ventajas de un levantamiento catastral con el método indirecto en cuanto a precisión, relación tiempo/ beneficio y costo/beneficio de la Urbanización Manuel Prado sector 3 del distrito de Sicuani.
- Tipos de Estaciones Totales Utilizadas en Topografía*. (20 de mayo de 2023). Equipos Topográficos: <https://equipostopografia.com/equipos-topograficos/tipos-estaciones-totales/>
- Trujillo, L., & Rivera, J. (2019). *Análisis de precisión geométrica y radiométrica de ortofotos*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Visalot Camus, A. A. (2022). *APLICACION DE LA FOTOGRAMETRIA RPAS EN LA ZONIFICACION URBANA DEL SECTOR MANCHIBAMBA, CHACHAPOYAS*. UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.
- Visalot Camus, A. A. (2023). *APLICACION DE LA FOTOGRAMETRIA RPAS EN LA ZONIFICACION URBANA DEL SECTOR MANCHIBAMBA, CHACHAPOYAS*. *Revista Científica Ciencias Ingenieriles*.
- WANG Jian, L. Y., & SONG Houbing. (2021). *Counter-unmanned aircraft system (s)(C-UAS): State of the art, challenges, and future trends*. IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine.
- Zaldivar Medina, Y. (2017). Levantamiento topográfico del yacimiento de arena La Tea. *Ciencia & Futuro*, 7(1), 36-45.



## Apéndices

Validación de Instrumentos

# MAVIC 3 ENTERPRISE

## TRANSMISIÓN DE IMÁGENES DE PRÓXIMA GENERACIÓN

La transmisión empresarial O3 de antena cuádruple permite conexiones más estables en una amplia variedad de entornos complejos.

## DETECCIÓN OMNIDIRECCIONAL PARA UN VUELO SEGURO

Equipado con lentes gran angular en todos los lados para evitar obstáculos omnidireccionales sin puntos ciegos. Ajuste las alarmas de proximidad y la distancia de frenado según los requisitos de la misión.

RTH avanzado planifica automáticamente la ruta óptima a casa, ahorrando energía, tiempo y molestias.

APAS 5.0 permite el cambio de ruta automático alrededor de los obstáculos, para que pueda volar con tranquilidad.

## ACCESORIOS ABUNDANTES

### ***DJI RC Pro Empresa***

Un control remoto portátil con una pantalla de alto brillo de 1000 nit para una visibilidad clara bajo la luz solar directa, un micrófono integrado para una comunicación clara y una carga rápida de 65 W de 1,5 horas.

### ***Módulo RTK***

Logre una precisión de nivel centimétrico con RTK y compatibilidad con RTK de red, servicios RTK de red personalizados y estación móvil D-RTK 2.

### ***Altavoz***

Transmita su mensaje desde arriba, con soporte para texto a voz, almacenamiento de audio y bucle, para mejorar la eficiencia de búsqueda y rescate.



<b>Aeronave</b>	
Peso (con hélices, sin accesorios)	DJI Mavic 3E: 915 g
Peso máximo al despegue	DJI Mavic 3E: 1.050 g
Dimensiones	Plegado (sin hélices): 221×96,3×90,3 mm (L×W×H)
	Desplegado (sin hélices): 347,5×283×107,7 mm (L×W×H)
Distancia diagonal	380,1 milímetros
Velocidad máxima de ascenso	8 m/s (modo deportivo)
Velocidad máxima de descenso	6 m/s (modo normal)
	6 m/s (modo deportivo)
	15 m/s (modo normal)
Velocidad máxima de vuelo (al nivel del mar, sin viento)	Adelante: 21 m/s, lateral: 20 m/s, atrás: 19 m/s (modo deportivo)
Resistencia máxima a la velocidad del viento	12 m/s
Altitud máxima de despegue sobre el nivel del mar	6000 m (sin carga útil)
Tiempo máximo de vuelo (sin viento)	45 minutos
Tiempo máximo de vuelo estacionario (sin viento)	38 minutos
Distancia máxima de vuelo	32 kilómetros
Ángulo de paso máximo	30° (modo normal)
	35° (modo deportivo)
Velocidad angular máxima	200°/s
GNSS	GPS+Galileo+BeiDou+GLONASS (GLONASS solo se admite cuando el módulo RTK está habilitado)
Precisión flotante	Vertical: ±0,1 m (con sistema de visión); ±0,5 m (con GNSS); ±0,1 m (con RTK)
	Horizontal: ±0,3 m (con sistema de visión); ±0,5 m (con sistema de posicionamiento de alta precisión); ±0,1 m (con RTK)
Rango de temperatura de funcionamiento	-10° a 40° C (14° a 104° F)
Modelo de hélice	Hélices 9453F para empresas
Faro	Integrado en el avión



<b>CÁMARA ANCHA</b>	
<b>Sensor</b>	DJI Mavic 3E: 4/3 CMOS, Píxeles efectivos: 20 MP
<b>Lente</b>	DJI Mavic 3E:
	FOV: 84°
	Equivalente al formato: 24 mm
	Apertura: f/2,8-f/11
	Enfoque: 1 m a ∞
<b>Rango ISO</b>	DJI Mavic 3E: 100-6400
<b>Velocidad de obturación</b>	DJI Mavic 3E:
	Obturador electrónico: 8-1/8000 s
	Obturador mecánico: 8-1/2000 s
<b>Tamaño máximo de imagen</b>	DJI Mavic 3E: 5280×3956
<b>Modos de fotografía fija</b>	DJI Mavic 3E:
	Sencillo: 20 MP
	Temporizado: 20 MP
<b>Modos de fotografía fija</b>	JPEG: 0,7/1/2/3/5/7/10/15/20/30/60 s
	JPEG+RAW: 3/5/7/10/15/ 20/30/60 s
	Disparo inteligente en condiciones de poca luz: 20 MP
	Panorama: 20 MP (imagen sin procesar)
<b>Resolución de video</b>	H.264
	4K: 3840×2160@30fps
	FHD: 1920×1080@30fps
<b>Tasa de bits</b>	DJI Mavic 3E:
	4K: 130 Mbps
	FHD: 70 Mbps
<b>Formato de foto</b>	DJI Mavic 3E: JPEG/DNG (RAW)
<b>Formato de video</b>	MP4 (MPEG-4 AVC/H.264)



<b>MODULO RTK</b>	
Dimensiones	50,2×40,2×66,2 mm (largo×ancho×alto)
Peso	24±2 gramos
Interfaz	USB-C
Fuerza	Aprox. 1,2W
Precisión de posicionamiento RTK	Corrección RTK:
	Horizontal: 1 cm + 1 ppm; Vertical: 1,5 cm + 1 ppm

<b>BATERIA</b>	
Capacidad	5000mAh
Voltaje estándar	15,4 voltios
Voltaje de carga máximo	17,6 voltios
Tipo	Lipo 4S
Sistema químico	LiCoO <sub>2</sub>
Energía	77 Wh
Peso	335,5 gramos
Energía	5° a 40° C (41° a 104° F)



SERVICIO TÉCNICO  
CALIDAD, GARANTÍA Y PRECISIÓN

LA EMPRESA, EQUIPOS MAQUINARIA E INGENIERIA PERU EIRL, "EMEI PERU" OTORGA:

## Certificado de Calibración

EP 2023 ET-842



USUARIO/EMPRESA: **CORPORACION PUKARA WZ EIRL**      DN/FRUC: **20610532536**

DIRECCION: **CALLE CIRO ALEGRIA L-5 URB ROSASPATA CUSCO CUSCO**      FECHA: **12/09/2023**

EQUIPO/MARCA: **ESTACION TOTAL    TOPCON    MODELO:    OS105    SERIE:    CU3817**

EN CUMPLIMIENTO ESTABLECIDO POR LAS NORMAS TECNICAS DEL FABRICANTE Y LA NORMA DIN 18723 SEGUN LOS STANDARES INTERNACIONALES.

RESULTADOS DE LA VERIFICACION Y CALIBRACION			
VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO CALIBRADO			
	INICIAL	Final	
ANGULO HZ:	180°00'05"	Disp	180°00'01"
ANGULO V:	270°00'26"	Disp	270°00'01"
MUÑONES V:	240°00'02"	Disp	240°00'01"
MUÑONES H:	180°00'04"	Disp	180°00'01"

CERTIFICAMOS QUE EL EQUIPO ESTA CALIBRADO (DIN 18723)

	INICIAL	FINAL
COMPEN.	X 00'05"	X 00'01"
	+ 00'22"	+ 00'01"
DESVIACION LASER	0.0mm	0.0mm

PRUEBA DE MEDICION DISTANCIOMETRO			
	DIST. PATRON (m)	DIST. TRUENI	DESVIACION (m)
Apertura	150.674	150.676	0.002
Apertura	150.705	150.702	-0.003

EQUIPOS MAQUINARIA E INGENIERIA PERU EIRL, CERTIFICA EN CUMPLIMIENTO DE LA NORMA DIN 18723, SEGUN EL ESTANDAR INTERNACIONAL ESTABLECIDO

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL INSTRUMENTO SEGUN EL FABRICANTE			
Precision del Distanciómetro:	Precision Angular:	5"	Rango medición sin prisa: 400m
Medición con prisma: 1.5mm+2.0ppm x D	Lectura mínima:	1"/5"	Rango medición sin prisa: 500m
Medición sin prisma: 2.0mm+2.0ppm x D	Retículo:	Iuminado	Tiempo de medición: 0.5s
Constante Estadimétrica: 100m	Puntero laser:	Si	Rango de temperatura: -30 a 60 °C
Telescopio Imagen Directa: 30x	Fleomada Laser:	Si	Método: Absoluto
Pantalla:	Luz guia:	Si	Memoria interna: 20,000 med

NOTAS:

ESTE INSTRUMENTO ANTES DE SALIR DEL LABORATORIO TECNICO HA SIDO EVALUADO, VERIFICADO, CALIBRADO Y SE ENCUENTRA EN PERFECTO ESTADO.

EL EQUIPO DESCRITO A SIDO VERIFICADO Y CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES ESTABLECIDAS POR EL FABRICANTE DE TALLADO EN EL MANUAL DE USUARIO DE LA MARCA. LOS RESULTADOS DEL PRESENTE DOCUMENTO, SON VALIDOS UNICAMENTE PARA DICHO INSTRUMENTO CALIBRADO Y SE REFIEREN AL MOMENTO Y CONDICIONES DE LABORATORIO. ES DE SU RESPONSABILIDAD EL ADECUADO CUIDADO Y TRASLADO, ESTA EMPRESA NO SE RESPONSABILIZA POR DAÑOS CAUSADOS POR UNA MALA MANIPULACION Y TRANSPORTE.

ENTREGUE CONFORME:

RECOMENDACION:

El presente certificado es válido dentro de las especificaciones de la fábrica, calibración y mantenimiento de los equipos. Se sugiere que se repare o cambie en caso de ser necesario de la fecha indicada: 13/03/2024



*Rubén Heredia Gonzales*  
GERENTE



CÓMPRA PRODUCTOS SELECCIONADOS CON CONTROL DE CALIDAD.  
GARANTIA, REPUESTOS Y SERVICIO TECNICO LOCAL.  
MARCA REGISTRADA POR EMEI PERU.  
ESTACIONES TOTALES, TEODOLITOS, NIVELES AUTOMATICOS, NIVEL DIGITAL.  
NIVEL LASER, DISTANCIOMETROS, ACCESORIOS EN GENERAL.

Top-Sat  
**Emei**



**CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD**

N.º: COP-2023-54-EM

Cliente: BORDA ALARCON GILMER

RUC: 10474347759

Equipo: Receptor Multi-Frecuencia GNSS / GPS

Fabricante: EMLID

Modelo: Reach RS2+

Número de serie: 8243BC3B4FD98A2E2327



**Fecha de verificación:** 19 - 09 - 2023

**Fecha de vencimiento:** 19 - 09 - 2024

Los equipos mencionados son nuevos y pasan las pruebas correspondientes verificando el correcto funcionamiento de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

Las especificaciones del receptor GNSS EMLID REACH RS2+ son:

**POSICIONAMIENTO**

**ESTÁTICO:** H: 4mm + 0.5ppm / V: 8 mm + 1.0 ppm

**PPK:** H: 5mm + 0.5ppm / V: 10 mm + 1.0 ppm

**RTK:** H: 7mm + 1.0ppm / V: 14 mm + 1.0 ppm

Saludos cordiales,

Nataly Montañez

Asistente de Ventas



Distribuidor autorizado de

Av. José Pardo N° 541 Oficina 106, Miraflores - Lima / Tifs.: +(511) 445 4332 / 447 3179

ventasperu@cotecmi.com / www.cotecmisac.com



## CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

N.º: COP-2023-56-EM

Cliente: BORDA ALARCON GILMER

RUC: 10474347759

Equipo: Receptor Multi-Frecuencia GNSS / GPS

Fabricante: EMLID

Modelo: Reach RS2+

Número de serie: 824359899E1B3F8F2327



● **Fecha de verificación:** 19 – 10– 2023

**Fecha de vencimiento:** 19 – 10 – 2024

Los equipos mencionados son nuevos y pasan las pruebas correspondientes verificando el correcto funcionamiento de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

Las especificaciones del receptor GNSS EMLID REACH RS2+ son:

### POSICIONAMIENTO

● ESTÁTICO:	H: 4mm + 0.5ppm	/	V: 8 mm + 1.0 ppm
PPK:	H: 5mm + 0.5ppm	/	V: 10 mm + 1.0 ppm
RTK:	H: 7mm + 1.0ppm	/	V: 14 mm + 1.0 ppm

Saludos cordiales,

Nataly Montañez

Asistente de Ventas



Distribuidor autorizado de

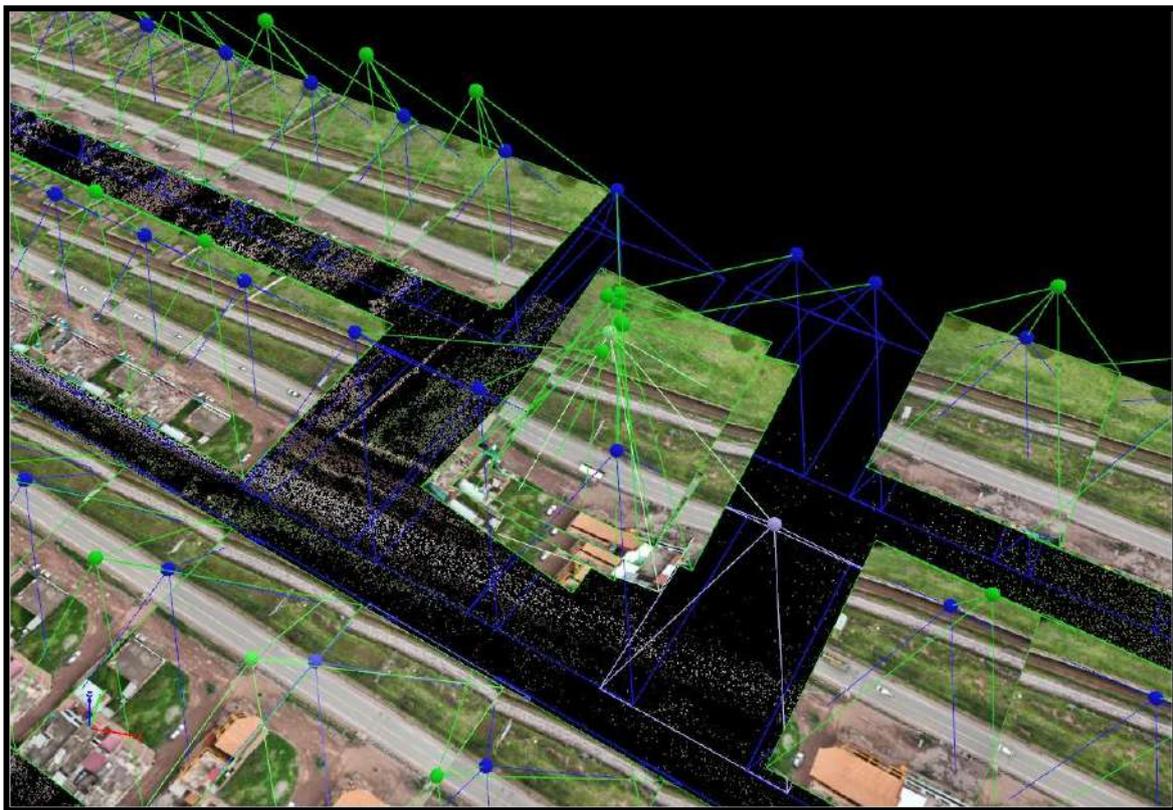


**Figura 72.** *Traslape de fotos tomadas por el RPAS (dron) al momento del procesamiento*



*Fuente:* Elaboración propia

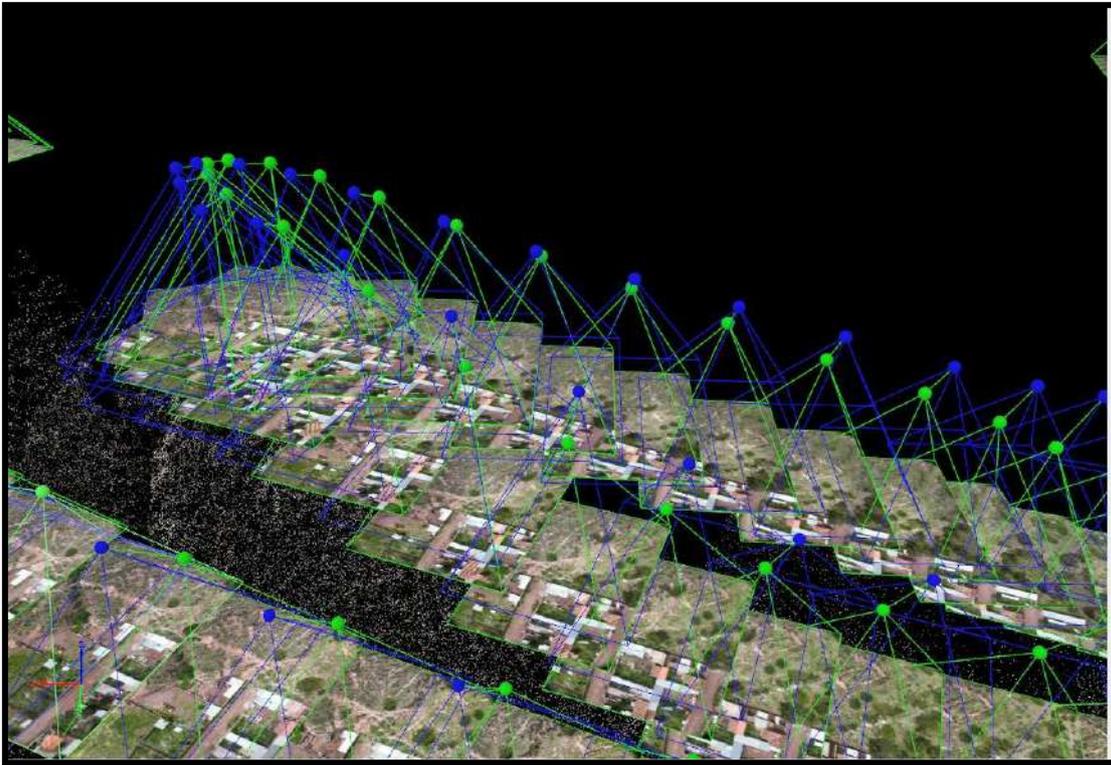
**Figura 73.** *Generación de traslape y/o superposición de fotos tomadas por el RPAS (dron) al momento del procesamiento I*



*Fuente:* Elaboración propia

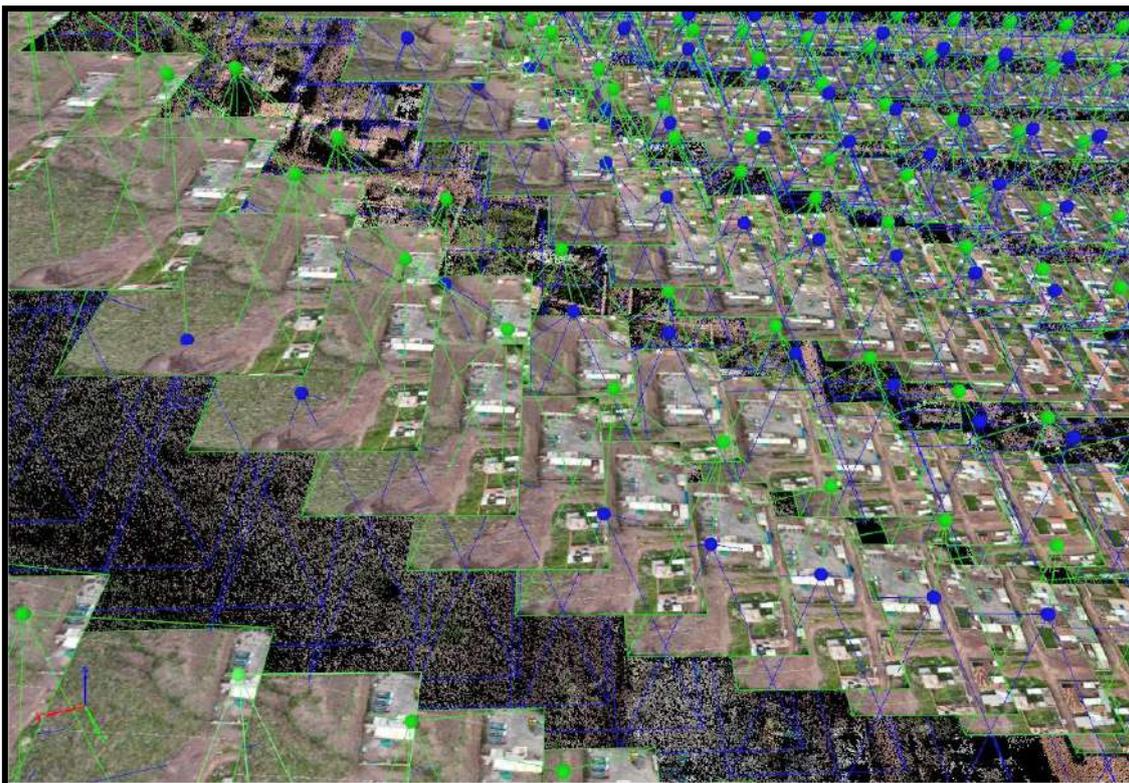


**Figura 74.** Generación de traslape y/o superposición de fotos tomadas por el RPAS (dron) al momento del procesamiento II



Fuente: Elaboración propia

**Figura 75.** Generación de traslape y/o superposición de fotos tomadas por el RPAS (dron) al momento del procesamiento III



Fuente: Elaboración propia

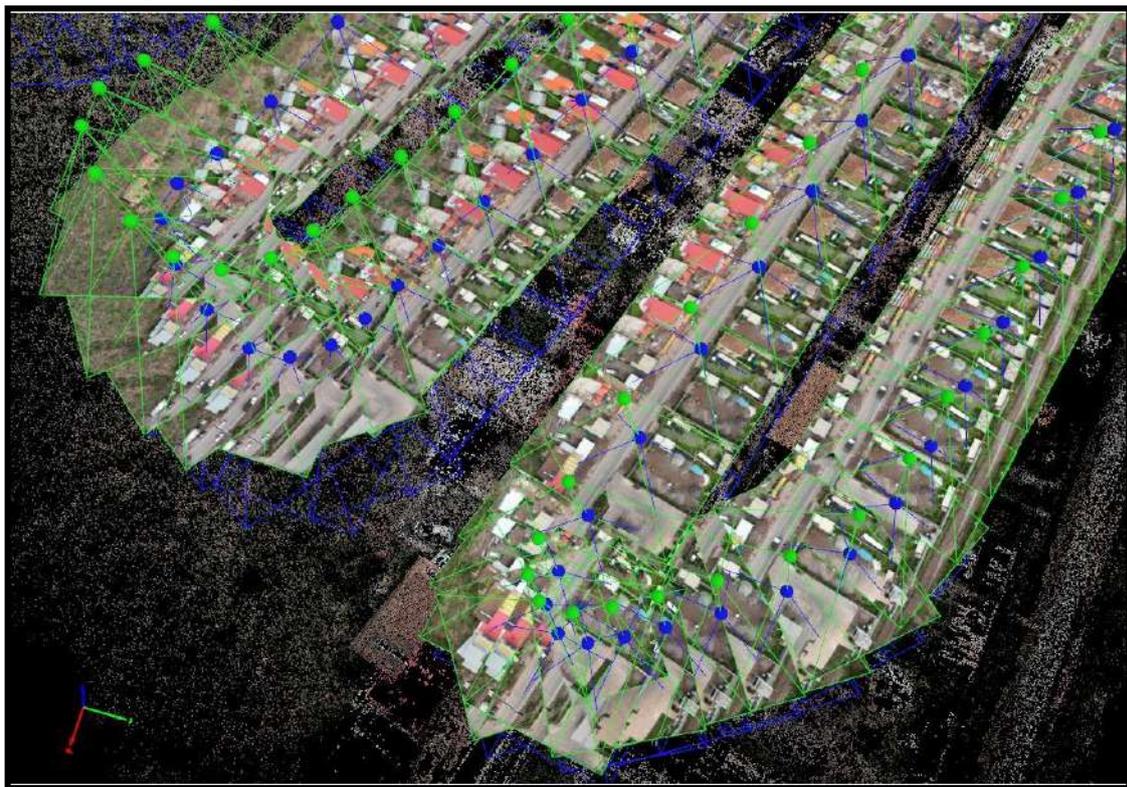


**Figura 76.** Generación de traslape y/o superposición de fotos tomadas por el RPAS (dron) al momento de girar y procesamiento I.



Fuente: Elaboración propia

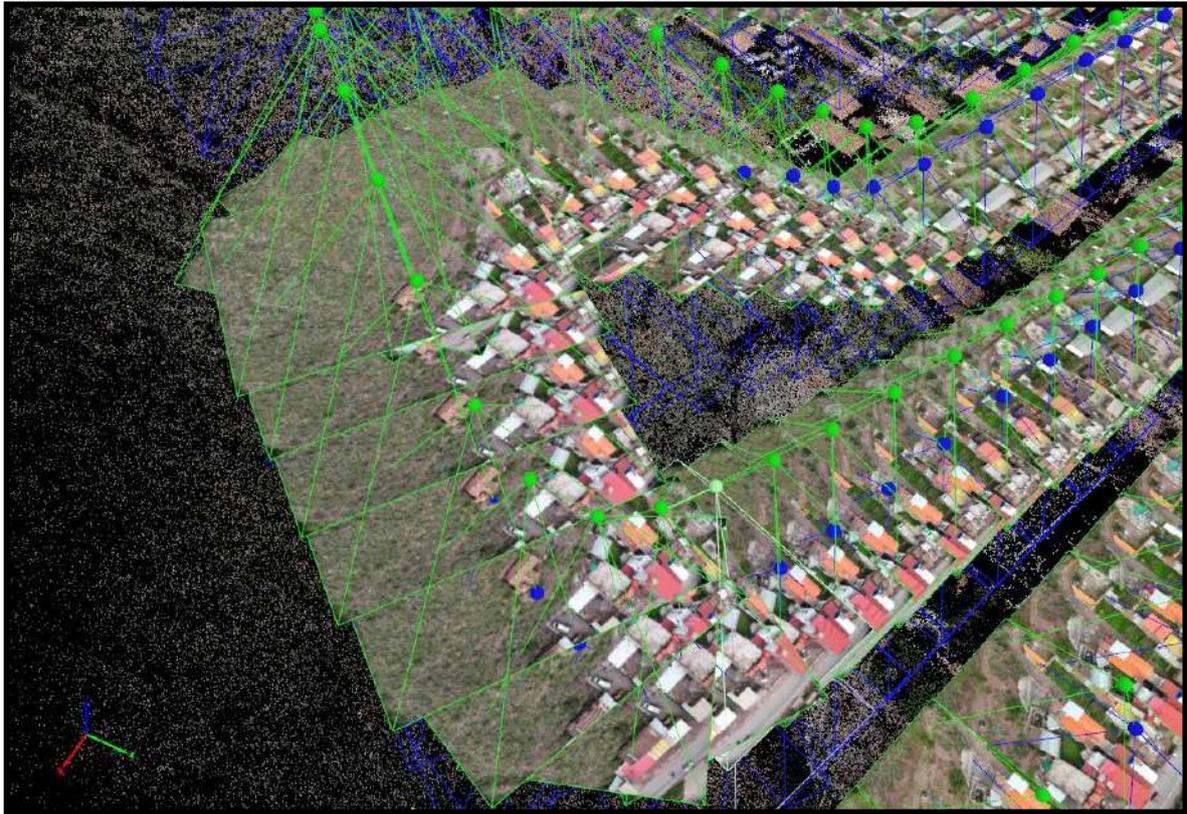
**Figura 77.** Generación de traslape y/o superposición de fotos tomadas por el RPAS (dron) al momento de girar y procesamiento II.



Fuente: Elaboración propia

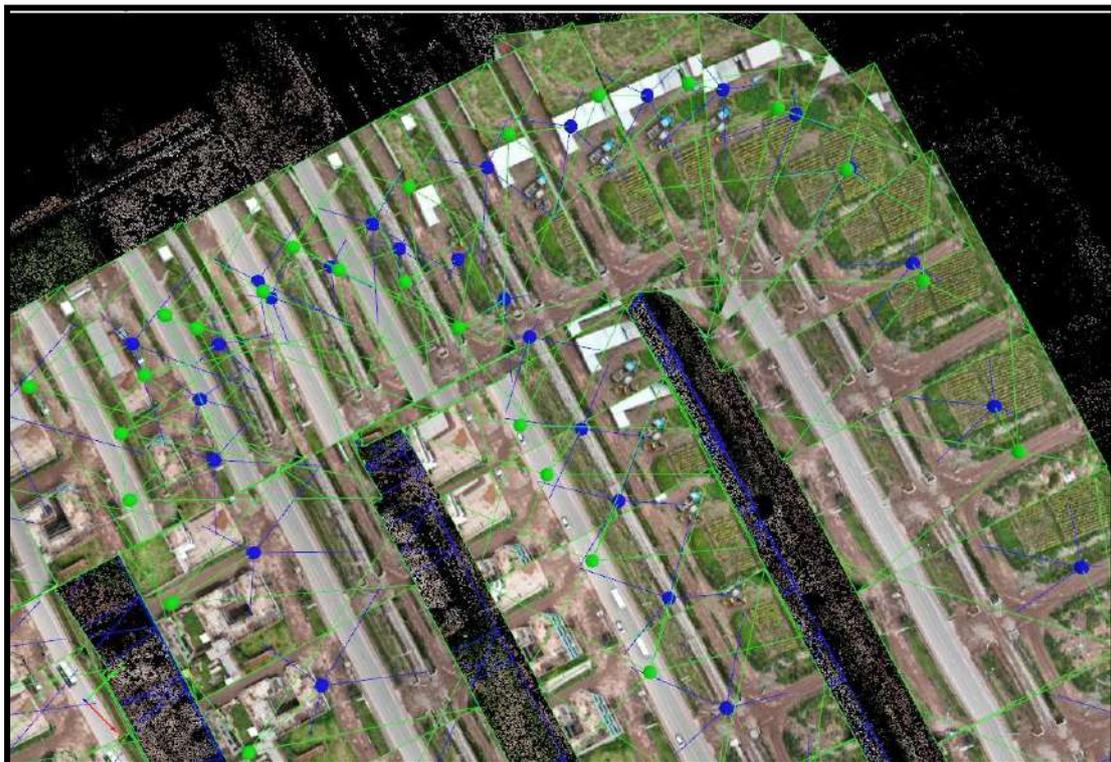


**Figura 78.** Generación de traslape y/o superposición de fotos tomadas por el RPAS (dron) al momento de girar y procesamiento III.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 79.** Generación de traslape y/o superposición de fotos tomadas por el RPAS (dron) al momento de girar y procesamiento IV.



Fuente: Elaboración propia



Otros

<b>PRESUPUESTO PROYECTO DE TESIS</b>				
<b>SERVICIO DE TERCEROS - PERSONAS NATURALES Y JURÍDICAS</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND.</b>	<b>CANT.</b>	<b>P.U.</b>	<b>SUB TOTAL</b>
FOTOCOPIAS	UND.	2,000.00	S/ 0.10	S/ 200.00
PERSONAL APOYO PARA LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	HH.	16.00	S/ 12.50	S/ 200.00
ALQUILER DE ESTACIÓN TOTAL INCL. ACCESORIOS	GLB	1.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00
ALQUILER DE DRON RPAS INCL. ACCESORIOS	GLB	3.00	S/ 2,500.00	S/ 7,500.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 9,900.00</b>
<b>MATERIALES DE ESCRITORIO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>SUB TOTAL</b>
ARCHIVADOR PLASTIFICADO DE LOMO ANCHO PARA FORMATO A-4	UND.	3.00	S/ 7.20	S/ 21.60
CINTA MASKING 1" X 40 M	UND.	1.00	S/ 7.60	S/ 7.60
LAPICERO AZUL, NEGRO 035 X 6 FABER CASTELL	UND.	1.00	S/ 4.30	S/ 4.30
PAPEL FOTOCOPIA MILLENIUM 80GR A-4 PQTX500	UND.	2.00	S/ 18.50	S/ 37.00
SILICONA LÍQUIDA 250ML FABER CASTELL	UND.	1.00	S/ 8.00	S/ 8.00
PLUMON 421-F NEGRO FABER-CASTELL	UND.	4.00	S/ 3.40	S/ 13.60
PLUMON INDELEBLE DE COLORES FABER CASTELL	UND.	3.00	S/ 2.50	S/ 7.50
PIZARRA ACRÍLICA 60 X 40 CM	UND.	1.00	S/ 34.90	S/ 34.90
CORRECTOR LAPICERO 9 ML FABER CASTELL	UND.	2.00	S/ 2.50	S/ 5.00
PLUMON RESALTADOR TEXTLINER PASTEL X 4 FABER-CASTELL	UND.	1.00	S/ 18.10	S/ 18.10
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 157.60</b>
<b>EQUIPOS Y MATERIALES DURADEROS</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>SUB TOTAL</b>
HORMIGON	M3	0.10	S/ 68.00	S/ 6.80
CEMENTO BLANCO 1 KG	UND.	3.00	S/ 4.30	S/ 12.90
YESO	KG	20.00	S/ 1.00	S/ 20.00
PINTURA SPRAY EN AEROSOL	UND.	3.00	S/ 20.00	S/ 60.00
PUNTOS GEODÉSICOS DE BRONCE	UND.	3.00	S/ 50.00	S/ 150.00
PLANCHA BADILEJO 7"	UND.	2.00	S/ 10.90	S/ 21.80
GUANTES DE CAUCHO MULTIPROPÓSITO	UND.	2.00	S/ 5.90	S/ 11.80
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 283.30</b>



**TRAMITES UNIVERSITARIOS (Aproximado)**

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
Pagos Administrativos Varios	PAGOS	1.00	S/ 3,000.00	S/ 3,000.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 3,000.00</b>

**OTROS**

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
PASAJES	GLB	50.00	S/ 1.00	S/ 50.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 50.00</b>

<b>COSTO TOTAL</b>				<b>S/ 13,390.90</b>
--------------------	--	--	--	---------------------

*Fuente:* Elaboración propia



**Matriz de consistencia**

Titulo: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN CUANTO AL COSTO, TIEMPO Y PRECISIÓN CON RPAS Y ESTACIÓN TOTAL EN APV JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE OROPESA, QUISPICANCHIS, CUSCO - 2023"						
Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e Indicadores			Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente			Diseño Metodológico
¿Cómo se realizará la evaluación comparativa de los costos, tiempos y precisiones entre el levantamiento topográfico con RPAS y el levantamiento con Estación Total en la APV José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco?	Realizar una evaluación comparativa de los costos, tiempos y precisiones entre el levantamiento topográfico con RPAS y el levantamiento con Estación Total en la APV José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco.	El levantamiento topográfico con RPAS será más preciso, más costoso y se realizará en un menos tiempo que el levantamiento topográfico con Estación Total en la obtención de los datos topográficos en la APV José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco.	<b>Topografía con RPAS y topografía con estación total.</b>			Enfoque: Cuantitativo  Nivel: Descriptivo  Diseño: Experimental y aplicado
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Dimensión	Indicador	Medición	Técnicas e instrumentos de recolección de datos
¿Cuál será la variación de las precisiones en la obtención de los datos topográficos entre el levantamiento con RPAS y el levantamiento con Estación Total para la APV José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco?	Determinar la variación de las precisiones en la obtención de los datos topográficos entre el levantamiento con RPAS y el levantamiento con Estación Total para la APV José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco.	El costo de inversión para del levantamiento topográfico con RPAS es menor que el costo de inversión del levantamiento topográfico con estación total para la obtención de los datos topográficos en la APV José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco.	Equipo de topografía	Drones	Metros (m)	Las fichas técnicas de recolección de datos, para recabar la información necesaria del levantamiento topográfico con estación total y el levantamiento por medio de drones.
				Estación total	Metros (m)	
			<b>Variables Dependientes</b>			<b>Población y Muestra</b>
			<b>Análisis topográfico de las Avenidas Vallejo, Palma, Arguedas, Mariátegui en la ciudad de Cusco.</b>			La población de estudio serán todas las avenidas de la ciudad de Cusco, mientras que la muestra será en la APV José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa de la ciudad de Cusco.
			Dimensión	Indicador	Medición	Procedimiento
¿Cómo se realizará la comparación de los costos de ejecución entre el levantamiento topográfico con RPAS y el levantamiento con Estación Total de la APV José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco?	Realizar la comparación de los costos de ejecución entre el levantamiento topográfico con RPAS y el levantamiento con Estación Total de la APV José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco.	El tiempo de ejecución del levantamiento topográfico con RPAS es menor que el tiempo de ejecución del levantamiento topográfico con estación total para la obtención de los datos topográficos en la APV José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco.	Precisión de las mediciones	Error medio cuadrado	Metros cuadrados (m <sup>2</sup> )	En primer lugar, se llevará a cabo el levantamiento topográfico directo utilizando una estación total, aprovechando los puntos de control estratégicamente ubicados en la APV José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa. Posteriormente, se realizará un levantamiento topográfico utilizando un dron (DJI <u>Mavic 3 Enterprise</u> ), utilizando tanto los puntos de control como puntos de <u>fotocontrol</u> estratégicamente instalados en la misma ubicación de la APV José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa. Una vez obtenidos los datos topográficos, se procederá al procesamiento de los mismos. Los datos del levantamiento topográfico con estación total serán procesados utilizando el software Civil 3D AutoCAD, mientras que los datos del levantamiento topográfico por drones serán procesados mediante el programa Pix4D. Finalmente, se llevará a cabo una comparación técnica y económica exhaustiva entre las dos metodologías de levantamiento topográfico. Esta evaluación permitirá analizar detalladamente las ventajas y desventajas de cada enfoque, tanto en términos técnicos como financieros.
				Desviación estándar de las alturas	Horas(h)	
				Coefficiente de correlación	Porcentaje (%)	
¿Cómo se realizará la comparación de los tiempos de ejecución entre el levantamiento topográfico con RPAS y el levantamiento con Estación Total de la APV José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco?	Realizar la comparación de los tiempos de ejecución entre el levantamiento topográfico con RPAS y el levantamiento con Estación Total de la APV José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco.	La precisión del levantamiento topográfico con RPAS será más idóneo y completo que la precisión del levantamiento topográfico con estación total para la obtención de los datos topográficos en la APV José Carlos Mariátegui del distrito de Oropesa, Quispicanchis, Cusco.	Tiempo de captura de datos	Error máximo permitido	Metros(m)	
				Tiempo de vuelo	Minutos (min)	
				Tiempo de configuración	Horas (h)	
			Costo del proyecto	Costo	Soles (S/.)	

Fuente: Elaboración propia



378842

NORMAS LEGALES

El Peruano  
Lima, viernes 29 de agosto de 2008

Que, en el Plan Anual de Adquisiciones y Contrataciones de OSINERGMIN, se consigna la Actualización de la Licencia del Software DigSilent Power Factory, con número de PAAC 246 y un valor referencial de S/. 61,388.80 (Sesenta y Un Mil Trescientos Ochenta y Ocho con 80/100 Nuevos Soles);

Que, por lo expuesto, de acuerdo con lo señalado por la Gerencia de Fiscalización Eléctrica y la Oficina de Sistemas en sus Informes Técnicos N° UGSEIN-074-2008 y N° I-OS-022-2008, respectivamente, se habría configurado la causal de exoneración por servicio que no admite sustituto y existe proveedor único, de conformidad con el literal e) del artículo 19° del Texto Único Ordenado de la Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado, aprobado por Decreto Supremo N° 083-2004-PCM;

De conformidad con el Texto Único Ordenado de la Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado, aprobado por Decreto Supremo N° 083-2004-PCM y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 084-2004-PCM;

Con la opinión favorable de la Gerencia Legal y de la Oficina de Administración y Finanzas;

SE RESUELVE:

**Artículo 1°.-** Aprobar la exoneración del Proceso de Selección para la contratación de la "Actualización de la Licencia del Software DigSilent Power Factory" con la empresa Megawatt S.A.C., por ser un servicio que no admite sustituto y existe proveedor único.

**Artículo 2°.-** El monto total de la adquisición será de S/. 61,388.80 (Sesenta y Un Mil Trescientos Ochenta y Ocho con 80/100 Nuevos Soles), incluidos los impuestos de ley.

**Artículo 3°.-** La fuente de financiamiento se realizará con cargo a los recursos ordinarios del OSINERGMIN y la contratación estará a cargo de la Oficina de Administración y Finanzas del OSINERGMIN.

**Artículo 4°.-** Remitir copia de la presente Resolución y de los Informes Técnicos y Legal sustentatorios a la Contraloría General de la República y al Consejo Superior de Contrataciones y Adquisiciones del Estado, así como proceder a la publicación de la presente Resolución en el Diario Oficial El Peruano dentro del plazo de ley y a través del SEACE.

ALFREDO DAMMERT LIRA  
Presidente del Consejo Directivo

244653-1

## ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN PRIVADA EN TELECOMUNICACIONES

FE DE ERRATAS

RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO  
N° 016-2008-CD/OSIPTEL

Mediante Carta N° C. 470-CC/2008 el Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones solicita se publique Fe de Erratas de la Resolución de Consejo Directivo N° 016-2008-CD/OSIPTEL, publicada en la edición del 21 de agosto de 2008.

En el noveno considerando:

DICE:

"Resolución de Consejo Directivo N° 008-2008-PD/OSIPTEL"

DEBE DECIR:

"Resolución de Consejo Directivo N° 008-2008-CD/OSIPTEL"

244348-1

## SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE LOS REGISTROS PÚBLICOS

**Aprueban la Directiva N° 01-2008-SNCP/CNC "Tolerancias Catastrales - Registrales"**

SISTEMA NACIONAL INTEGRADO DE INFORMACIÓN  
CATASTAL PREDIAL - SNCP

RESOLUCIÓN N° 03-2008-SNCP/CNC

San Isidro, 28 de agosto de 2008

VISTO, el Oficio N° 029-2008-SNCP/ST, de fecha 26 de agosto de 2008, de la Secretaría Técnica del Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial - SNCP, por el cual propone a la Presidencia del Consejo Nacional de Catastro, la aprobación de la Directiva N° 01-2008-SNCP/CNC denominada "Tolerancias Catastrales - Registrales", elaborada por el equipo técnico-legal de la Secretaría Técnica del SNCP y aprobada por los miembros del Consejo Nacional de Catastro del Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial - SNCP en la cuarta sesión realizada el 27 de agosto de 2008; y

CONSIDERANDO:

Que, mediante Ley N° 28294, se creó el Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial - SNCP, con la finalidad de regular la integración y unificación de los estándares, nomenclaturas y procesos técnicos de las diferentes entidades generadoras de catastro en el país;

Que, de conformidad con lo dispuesto en el literal d) del artículo 10° de la Ley N° 28294, es función de la Secretaría Técnica del Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial - SNCP, proponer al Consejo Nacional de Catastro los estándares y especificaciones técnicas para la formulación, actualización y mantenimiento de la información catastral de predios o derechos sobre éstos;

Que, en el artículo 8° de la Ley N° 28294, señala las funciones del Consejo Nacional de Catastro del SNCP, entre las cuales se encuentra la de aprobar las Directivas para el cumplimiento obligatorio de la ejecución de las actividades de catastro de predios o derechos sobre éstos, incluyendo delegación de facultades; la de aprobar las normas técnicas requeridas para la integración catastral y su vinculación con el Registro de Predios; y la de establecer los estándares y especificaciones técnicas para la formulación, actualización y mantenimiento de la información catastral de predios o derechos sobre éstos; de conformidad a los literales b), d) y f), del referido artículo, respectivamente;

Que, la presente directiva constituye una herramienta técnica indispensable para las Entidades Generadoras de Catastro y el Registro de Predios, que servirá para establecer y ordenar los rangos de tolerancias en las mediciones de áreas de los predios urbanos y rurales, a fin de tener un catastro preciso y ordenado para la inscripción de diferentes actos en el Registro de Predios;

Que, siendo el Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial - SNCP, el ente rector de la gestión catastral a nivel nacional, y en cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 1°, 6° y 8° de la Ley N° 28294, emite la Directiva N° 01-2008-SNCP/CNC denominada "Tolerancias Catastrales - Registrales", aprobadas en la cuarta sesión del Consejo Nacional de Catastro del SNCP de fecha 27 de agosto de 2008;

Que, estando a lo acordado y de conformidad con lo dispuesto;

SE RESUELVE:

**Artículo 1°.-** Aprobar la Directiva N° 01-2008-SNCP/CNC denominada "Tolerancias Catastrales - Registrales", que como Anexo forma parte de la presente Resolución.

**Artículo 2°.-** La presente Directiva es de aplicación obligatoria para todas las Entidades Generadoras de Catastro y toda persona natural o jurídica a la que se le encargue dicha función, conforme al literal r) y s) del artículo 3° del Reglamento de la Ley N° 28294, aprobado



por Decreto Supremo N°005-2006-JUS, así como para los Registradores Públicos y las Áreas de Catastro del Registro de Predios de la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos - SUNARP.

**Artículo 3°.-** La presente Resolución y Directiva, serán publicadas en la página Web de las entidades miembros del Consejo Nacional de Catastro del Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial - SNCP.

**Artículo 4°.-** La presente Resolución entra en vigencia a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

Regístrese, publíquese y cúmplase.

MARIA DELIA CAMBURSANO GARAGORRI  
Superintendente Nacional de los  
Registros Públicos - SUNARP  
Presidenta del Consejo Nacional de  
Catastro del SNCP

**DIRECTIVA N° 01-2008-SNCP/CNC**

**"TOLERANCIAS CATASTRALES - REGISTRABLES"**

**1. FINALIDAD:**

Establecer los rangos de tolerancias en las mediciones de áreas de los predios urbanos y rurales, efectuadas por los diferentes métodos que ofrece la Geomática, a fin de tener un catastro preciso y ordenado para la inscripción de actos de transferencia y gravamen en el Registro de Predios.

**2. BASE LEGAL:**

- Ley N° 28294: Ley del Sistema Nacional Integrado de Catastro y su Vinculación con el Registro de Predios.  
- D.S. N° 005-2006-JUS: Reglamento de la Ley N° 28294.

**3. DEFINICIONES:**

**a. Geomática.-** Ciencia y tecnología de obtención, análisis, interpretación, distribución y uso de Información geográfica. Integra varias disciplinas como la Geodesia, Topografía, Fotogrametría, Cartografía, Percepción Remota, el Catastro, Sistemas de Información Geográfica; entre otras, las cuales permiten estudiar y conocer el espacio geográfico, lograr una visión detallada y comprensible del mundo real.

**b. Mediciones de áreas.-** Determina el área de un predio, mediante diferentes técnicas de medición y cálculo.

**c. Actos de Gravamen.-** Son los actos jurídicos por los cuales se afecta un predio, tales como Hipoteca, Embargo entre otros.

**d. Actos de Transferencia.-** Son los actos jurídicos por los cuales se transfiere la propiedad como: Compra-venta, Donación, Anticipo de Legítima, entre otros.

**e. Asiento de Rectificación.-** Es el asiento de inscripción donde conste la rectificación.

**f. Inmatriculación.-** Es el acto por el cual se incorpora un predio al Registro de Predios, y se realiza con la primera inscripción de dominio, salvo disposición distinta.

**g. Partida registral.-** Es la unidad de registro donde se encuentra inscrito el predio.

**h. Tolerancia Catastral - Registral.-** Rango aceptable en la diferencia de áreas de un mismo predio.

**4. ALCANCE:**

La presente Directiva es de aplicación obligatoria para todas las Entidades Generadoras de Catastro y toda persona natural o jurídica que se le encargue dicha facultad conforme lo estipula los literales r) y s) del artículo 3° del Reglamento de la Ley N° 28294, aprobado por Decreto Supremo N°005-2006-JUS, así como para los Registradores Públicos y de las Áreas de Catastro del Registro de Predios de la SUNARP.

**5. CONTENIDO:**

La presente Directiva se aplica en todos los procesos de levantamiento catastral efectuados por las Entidades Generadoras de Catastro, y por el Registro de Predios en los siguientes casos:

**Caso 1:** Cuando el resultado del levantamiento catastral no coincida con su correspondiente habilitación urbana.

**Caso 2:** Cuando la información gráfica catastral no coincida con la información gráfica registral y/o título de predio.

**Caso 3:** Cuando en el título de transferencia de dominio o gravamen describe al predio de manera diferente a la partida registral.

**6. RESPONSABILIDAD:**

Las entidades que conforman el Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial - SNCP y las Entidades Generadoras de Catastro, son los responsables de la correcta aplicación y cumplimiento de la presente Directiva.

**7. DISPOSICIONES:**

**a. Los rangos de tolerancias Catastrales - Registrales;** son los siguientes:

NATURALEZA URBANA	
Rango de área (m2)	Tolerancia (%)
Menores de 200	2.5
de 200 a 1000	2.0
Mayores a 1000	1.0

NATURALEZA RURAL	
Rango de área (Ha)	Tolerancia (%)
Menores de 1	7.5
de 1 a 5	6.3
Mayores a 5	3.0

**b. Catastrales**

i. Cuando las mediciones catastrales efectuadas estén dentro del rango de tolerancias establecidas en la presente Directiva, los datos catastrales previos no se modificarán a fin de no afectar propiedades de terceros.

ii. Cuando las mediciones catastrales excedan las tolerancias establecidas en la presente Directiva, deberán ser rectificadas siguiendo los procedimientos de actualización y mantenimiento catastral vigente.

iii. Para el caso de mantenimiento catastral urbano, se debe considerar una tolerancia del 1%.

**c. Registrales**

i. Cuando las diferencias de áreas estén dentro del rango de tolerancias establecidas en la presente Directiva, no da mérito para extender el asiento de rectificación en la partida registral.

ii. Cuando las mediciones de áreas de los predios excedan las tolerancias establecidas en la presente Directiva, deberán ser rectificadas conforme a los procedimientos vigentes.

iii. En el caso de las inmatriculaciones donde no coincida los valores del plano con su título de propiedad del expediente que ingresa al Registro de Predios, no se aplicarán estos rangos de tolerancias.

iv. En el caso de las inmatriculaciones que colinden con predios inscritos debe emplearse los rangos establecidos en la presente Directiva, siempre y cuando no afecte propiedades de terceros.

**d. Excepción**

i. Estos rangos de tolerancia no se aplicarán, cuando, a pesar de la discrepancia de valores de áreas entre las consignadas en el título y la que aparece en la partida registral, el Área de Catastro determina que se trate del mismo predio y no se afecta áreas de otros predios.

244740-1

**Modifican el Reglamento del Tribunal Registral y el Reglamento General de los Registros Públicos**

RESOLUCIÓN DE LA SUPERINTENDENTE NACIONAL DE LOS REGISTROS PÚBLICOS N° 247-2008-SUNARP/SN

Lima, 28 de agosto de 2008



Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo



# Resolución Jefatural

Nº 139 – 2015 /IGN/UCCN

Surquillo, 28 de diciembre de 2015

Visto; La Norma Técnica para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global; y,

## CONSIDERANDO:

Que, de conformidad a la Ley Nº 27292, su Reglamento aprobado con Decreto Supremo Nº 005 – DE/SG y el Decreto Supremo Nº 034 – 2008 – PCM que aprueba la Calificación de Organismos Públicos, el Instituto Geográfico Nacional, es un organismo público ejecutor del Sector Defensa, con personería jurídica de derecho público interno. Goza de autonomía técnica, administrativa y económica, constituye un pliego presupuestal del Sector Defensa;

Que, de acuerdo a lo establecido en la normatividad antes indicada, el IGN tiene por finalidad fundamental elaborar y actualizar la Cartografía Básica Oficial, proporcionando a las entidades públicas y privadas, la Cartografía que requieran, para los fines del desarrollo y la Defensa Nacional. Teniendo como función entre otras, "actuar como organismo competente del Estado para normar actividades geográfico - cartográficas que se ejecutan en el ámbito nacional";

Que, la ley Nº 27658, Ley Marco de Modernización de la Gestión del Estado y su Reglamento DS Nº 030-2002 PCM del 02 de mayo 2002, establece que el proceso de modernización de la gestión del estado tiene como finalidad fundamental la obtención de mayores niveles de eficiencia del aparato estatal, de manera que se logre una mejor atención a la ciudadanía, priorizando y optimizando el uso de los recursos públicos, la generación de una estructura orgánica en la que prevalezca el principio de especialidad;

Que, dado el crecimiento económico que viene experimentando el país, se está incrementando la generación y el empleo de cartografía a diferentes escalas para ser utilizadas en los estudios de proyectos de inversión y desarrollo;





Instituto Geográfico Nacional			
Norma Técnica Geodésica	V1.0	diciembre 2015	Posicionamiento Geodésico Estático Relativo

por lo que es indispensable que los trabajos cartográficos y geográficos que se realicen en el país se hallen de acuerdo a lineamientos técnicos, estándares y actividades mínimas, que se debe cumplir en todo posicionamiento geodésico con el objeto de permitir la unificación de métodos y procedimientos, en un marco de referencia geodésico. Todos los trabajos de georreferenciación deben estar referidos a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), tomando el origen definido por el Instituto Geográfico Nacional.



Que, con Resolución Jefatural N°135 - 2015/IGN/UCCN se dispuso la publicación del proyecto de Norma Técnica para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global en el portal web del Instituto Geográfico Nacional, a fin de recibir las opiniones y sugerencias de los interesados por un plazo de TREINTA (30) días naturales, contados a partir de la publicación de la citada Resolución Jefatural;



Que, habiendo concluido el plazo indicado en el considerando anterior, es necesario aprobar la Norma Técnica del visto elaborada por el Ente Rector de la Cartografía en el Perú;

De conformidad a la Ley N° 27292, Decreto Supremo N° 005-DE/SG, Decreto Supremo N° 034 - 2008 - PCM, y en uso de las atribuciones conferidas por la Resolución Suprema N° 797-2014 - DE/ del 31 de diciembre de 2014;

**SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.-** Aprobar la Norma Técnica para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global, que será de cumplimiento para generadores y usuarios de información obtenidas a partir del empleo del Sistema Satelital de Navegación Global (GNSS).

**ARTÍCULO SEGUNDO.-** Encargar a la Oficina General de Estadística e Informática del IGN, la difusión de la citada Resolución para su ejecución y cumplimiento.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Q-219745761-D  
**MARCO ANTONIO MERINO AMAND**  
 General de Brigada  
 Jefe del Instituto Geográfico Nacional

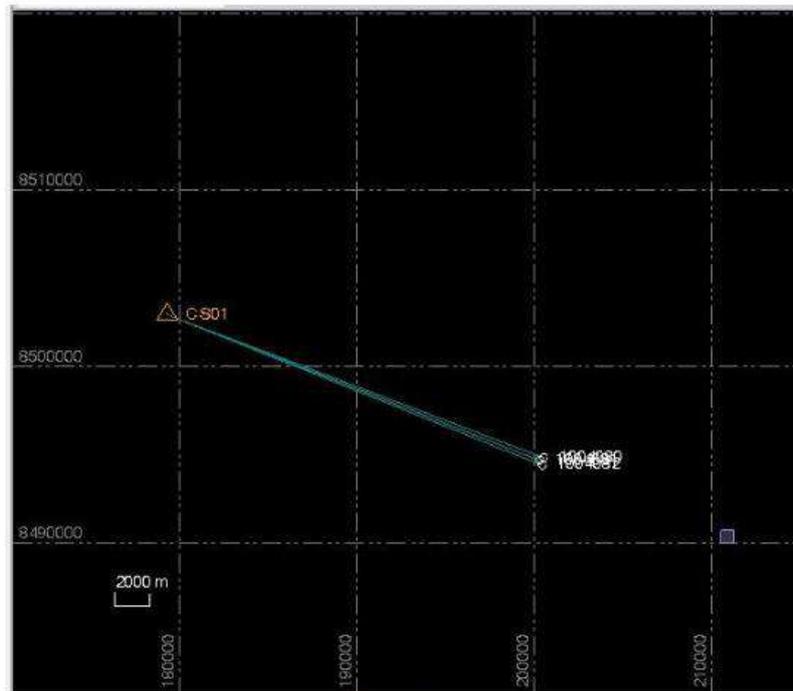


FORMATO ÚNICO PARA LA CERTIFICACIÓN DE PUNTOS GEODÉSICOS

## INFORME TÉCNICO

**CERTIFICACIÓN DE TRES (03) PUNTOS GEODÉSICO DE ORDEN "C" POR EL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS) MÉTODO-ESTÁTICO, ENLAZADO A LA ESTACION DE RASTREO PERMANENTE DE OROPESA DEPARTAMENTO DE CUSCO (CS01)**

**ESTABLECIMIENTO DE 03 PUNTOS GEODESICOS EN LA MUNICIPALIDAD  
DISTRITAL DE OROPESA PROVINCIA DE QUISPICANCHIS  
DEPARTAMENTO DE CUSCO**



**FEBRERO - 2024**



## 1. DATOS GENERALES

### a. DATOS DE LA PERSONA RESPONSABLE DEL INFORME TÉCNICO.

NOMBRE:	HAIDERH SILVERA ABELLANEDA
EMPRESA o INSTITUCIÓN:	
DIRECCIÓN:	PASAJE CONSTITUCIÓN B-2-18-A
TELÉFONO FIJO:	
CELULAR:	947174964
PÁGINA WEB:	
CORREO ELECTRÓNICO:	haiderhsilveraabellaneda@gmail.com
FIRMA Y POST-FIRMA:	

### b. NOMBRE DE LA PERSONA NATURAL O JURÍDICA A QUIEN SE CERTIFICARÁ LOS PUNTOS GEODÉSICOS.

SE CERTIFICA A:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE OROPESA
-----------------	------------------------------------

### c. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS GEODÉSICOS.

CÓDIGO:	1004080
UBIGEO:	081211
DEPARTAMENTO:	CUSCO
PROVINCIA:	QUISPICANCHIS
DISTRITO:	OROPESA
REFERENCIAS:	A 3m DE LA VIA CUSCO - PAUCARTAMBO
ACCESIBILIDAD:	POR LA VIA



CÓDIGO:	1004081
UBIGEO:	081211
DEPARTAMENTO:	CUSCO
PROVINCIA:	QUISPICANCHIS
DISTRITO:	OROPESA
REFERENCIAS:	A 200m DE LA VIA CUSCO - PAUCARTAMBO
ACCESIBILIDAD:	POR LA VIA

CÓDIGO:	1004083
UBIGEO:	081211
DEPARTAMENTO:	CUSCO
PROVINCIA:	QUISPICANCHIS
DISTRITO:	OROPESA
REFERENCIAS:	A 415m DE LA VIA CUSCO - PAUCARTAMBO
ACCESIBILIDAD:	POR LA VIA

**d. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS UTILIZADOS**

Nº	EQUIPOS / INSTRUMENTOS	MARCA	MODELO	CANTIDAD
1	RECEPTOR GNSS	EMLID	RS2	01
2	BASE NIVELANTE			01
3	TRIPODE			01
4	CAMARA FOTOGRAFICA			01
5	LAPTOP	ASUS	ASUS	01
6	GPS NAVEGADOR	GARMIN	OREGON 550	01



2. CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD Y/O CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS GNSS UTILIZADOS (ACTUALIZADOS Y/O EN VIGENCIA).



**CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD**

N.º: COP-2023-54-EM

Cliente: BORDA ALARCON GILMER

RUC: 10474347759

Equipo: Receptor Multi-Frecuencia GNSS / GPS

Fabricante: EMLID

Modelo: Reach RS2+

Número de serie: 8243BC3B4FD98A2E2327



Fecha de verificación: 19 - 09 - 2023

Fecha de vencimiento: 19 - 09 - 2024

Los equipos mencionados son nuevos y pasan las pruebas correspondientes verificando el correcto funcionamiento de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

Las especificaciones del receptor GNSS EMLID REACH RS2+ son:

POSICIONAMIENTO

ESTÁTICO:	H: 4mm + 0.5ppm	/	V: 8 mm + 1.0 ppm
PPK:	H: 5mm + 0.5ppm	/	V: 10 mm + 1.0 ppm
RTK:	H: 7mm + 1.0ppm	/	V: 14 mm + 1.0 ppm

Saludos cordiales,

Nataly Montaña

Asistente de Ventas



Distribuidor autorizado de

Av. José Pardo N° 541 Oficina 106, Miraflores - Lima / Tifs.: +(511) 445 4332 / 447 3179  
ventasperu@cotecmi.com / www.cotecmisac.com



EQUIPOS 01





**a. GENERALIDADES.**

**a.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.**

La zona del proyecto se localiza en la MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE OROPESA  
PROVINCIA DE QUISPICANCHIS DEPARTAMENTO CUSCO

**a.2 PERIODO Y DURACIÓN DE LOS TRABAJOS.**

FECHA	CÓDIGO	HORA DE INICIO	HORA FINAL	DURACIÓN
29/02/2023	1004080	08:45:17	10:56:04	02:10:47

FECHA	CÓDIGO	HORA DE INICIO	HORA FINAL	DURACIÓN
29/02/2023	1004081	11:38:13	13:24:31	01:46:18

FECHA	CÓDIGO	HORA DE INICIO	HORA FINAL	DURACIÓN
29/02/2023	1004082	13:48:26	15:35:19	01:46:53

**a. METODOLOGÍA.**

**b.1 MONUMENTACIÓN.**

Los puntos se materializaron mediante hitos de concreto cumpliendo las especificaciones según la norma, incrustando un disco de bronce de 7cm de diámetro en cada hito los cuales indican los puntos de referencia.

**b.2 CONTROL HORIZONTAL.**

Para el control horizontal se utilizó el método de posicionamiento diferencial estático, el cual consiste en tomar datos en un punto Base de coordenadas previamente conocidas, para el proyecto se empleó la Estación de Rastreo Permanente CUSCO con código CS01 ubicada en Plan MERISS del Gobierno Regional de Cusco

Los valores de las coordenadas y elevación extraídas del formulario del punto CS01, se muestran en el cuadro siguiente:



COORDENADAS UTM WGS 84			
Punto	Este (X)	Norte (Y)	ZONA
CS01	1921528.2810	-5900745.4758	19 Sur
COORDENADAS GEODESICAS WGS 84			
Punto	Latitud	Longitud	Altura Elipsoidal
CS01	13°31'27.32009"	71°57'45.34163"	3410.0430

Fuente: Formulario de información de la estación GNSS permanente, Febrero 2024

En el terreno se estableció los puntos Base denominados 1004080 teniendo en cuenta las siguientes especificaciones técnicas.

- Angulo de elevación 10° con respecto al horizonte.
- Los datos se registraron en épocas con un intervalo de 5 segundo.
- Rastreo de satélites mayor o igual a 4 SVS.
- La geometría de posición de los satélites “Dilación Geométrica de la Precisión”, o PDOP para este trabajo fue menor a 2.055

La Distancia en línea recta desde el punto CS01 al punto 1004080 es de 22,701.18m se determinó que el tiempo de rastreo en modo estático sea de 02 horas 10min 47seg.

- El receptor GNSS para los trabajos de campo cuenta con Certificado de operatividad vigente.

En el terreno se estableció los puntos Base denominados 1004081 teniendo en cuenta las siguientes especificaciones técnicas.

- Angulo de elevación 10° con respecto al horizonte.
- Los datos se registraron en épocas con un intervalo de 5 segundo.
- Rastreo de satélites mayor o igual a 4 SVS.
- La geometría de posición de los satélites “Dilación Geométrica de la Precisión”, o PDOP para este trabajo fue menor a 1.673

La Distancia en línea recta desde el punto CS01 al punto 1004081 es de 22602.30m se determinó que el tiempo de rastreo en modo estático sea de 01 horas 46min 18seg.

- El receptor GNSS para los trabajos de campo cuenta con Certificado de operatividad vigente.

En el terreno se estableció los puntos Base denominados 1004082 teniendo en cuenta las siguientes especificaciones técnicas.

- Angulo de elevación 10° con respecto al horizonte.
- Los datos se registraron en épocas con un intervalo de 5 segundo.
- Rastreo de satélites mayor o igual a 4 SVS.
- La geometría de posición de los satélites “Dilación Geométrica de la Precisión”, o



PDOP para este trabajo fue menor a 1.673

La Distancia en línea recta desde el punto CS01 al punto 1004082 es de 22702.20m se determinó que el tiempo de rastreo en modo estático sea de 01 horas 46min 53seg.

- El receptor GNSS para los trabajos de campo cuenta con Certificado de operatividad vigente.

#### b.2.1 CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA EL PUNTO GEODÉSICO ESTABLECIDO.

CÓDIGO:	1004080
METODO DE POSICIONAMIENTO:	DIFERENCIAL CON POST PROCESO
ESTACIÓN BASE:	CS01 (CUSCO)
INTERVALO DE GRABACIÓN:	5 seg.
MÁSCARA DE ELEVACIÓN:	10°
DATUM HORIZONTAL:	WGS-84
TIEMPO DE REGISTRO DE DATOS:	02:10:47

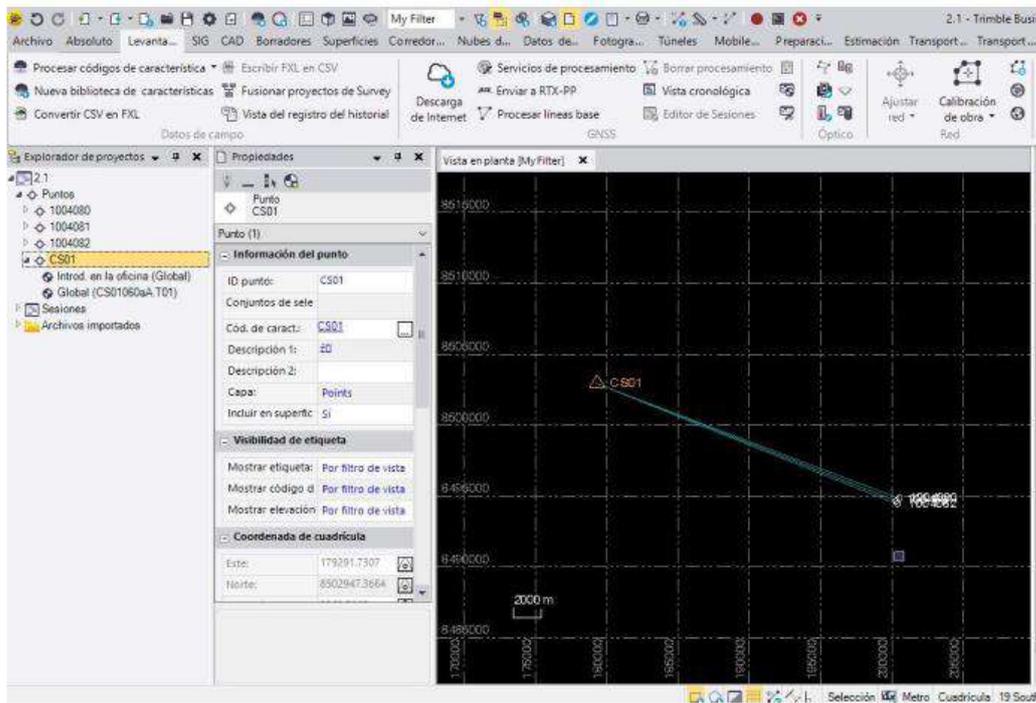
CÓDIGO:	1004081
METODO DE POSICIONAMIENTO:	DIFERENCIAL CON POST PROCESO
ESTACIÓN BASE:	CS01 (CUSCO)
INTERVALO DE GRABACIÓN:	5 seg.
MÁSCARA DE ELEVACIÓN:	10°
DATUM HORIZONTAL:	WGS-84
TIEMPO DE REGISTRO DE DATOS:	01:46:18

CÓDIGO:	1004082
METODO DE POSICIONAMIENTO:	DIFERENCIAL CON POST PROCESO
ESTACIÓN BASE:	CS01 (CUSCO)
INTERVALO DE GRABACIÓN:	5 seg.
MÁSCARA DE ELEVACIÓN:	10°



DATUM HORIZONTAL:	WGS-84
TIEMPO DE REGISTRO DE DATOS:	01:46:53

### b.3.1 ESQUEMA O FIGURA DE LA LÍNEA BASE Y/O AJUSTE DE RED GENERADO POR EL SOFTWARE DE PROCESAMIENTO.



#### b. PERSONAL Y EQUIPOS.

##### c.1 PERSONAL.

- 01 ingeniero
- 01 operador
- 01 personal de apoyo
- 01 conductor

##### c.2 EQUIPOS.

- 01 Receptor GNSS EMLID REACH RS2
- 01 Trípode
- 01 base nivelante
- 01 cámara fotográfica

##### c.3 SOFTWARE.



El software utilizado es el Trimble Business Center, en su Versión 5.20; el cual tras importar y comprobar los datos GNSS, verifica que cumplen los criterios de aceptación especificados en Configuraciones del proyecto, procediendo a realizar el Procesamiento de líneas base; para determinar y promover las coordenadas de más alta calidad para cada punto. A partir de las líneas base se crean vectores utilizando estos puntos.

### c. RESULTADOS.

Se procedió a emplear el software de procesamiento Geodésico Satelital que permite realizar las correcciones y los ajustes necesarios al punto geodésico georreferenciados en campo, para obtener la precisión exigida.

Los archivos de datos de posición del receptor empleado (1004080, 1004081, 1004082) fueron procesados en una sesión de trabajo o proyecto, el cual ha sido generado sobre la ubicación de la ERP del IGN la cual es una red geodésica validada, utilizada como puntos de control durante el procesamiento.

Se ha obtenido una geometría lineal entre el punto tomado y la estación de rastreo, luego de ello se realizó mediante software el ajuste correspondiente de las coordenadas del punto a georreferenciar.

El Sistema de Referencia para el cálculo de la posición de los Puntos Geodésicos es el WGS-84 y la zona es el 19 Sur.

Para el cálculo de la elevación a nivel medio del mar, se aplicará el Modelo Gravitacional

Terrestre EGM2008.

Se ha emitido los reportes correspondientes del punto geodésico, con los siguientes resultados:

#### COORDENADAS GEOGRAFICAS WGS 84

PUNTO	Latitud	Longitud	Altura Elipsoidal
1004080	S13°35'58.97011"	W71°46'03.17449"	3141.5904 m

#### COORDENADAS UTM WGS 84

PUNTO	Este	Norte	Elevación Geoidal
1004080	200515.9406 m	8494840.9142 m	3094.8986 m

#### COORDENADAS GEOGRAFICAS WGS 84

PUNTO	Latitud	Longitud	Altura Elipsoidal
1004081	S13°31'27.32009"	W71°57'45.34163"	3410.0430 m



**COORDENADAS UTM WGS 84**

<b>PUNTO</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Elevación Geoidal</b>
1004081	179291.7307 m	8502947.3664 m	3363.7662 m

**COORDENADAS GEOGRAFICAS WGS 84**

<b>PUNTO</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altura Elipsoidal</b>
1004082	S13°36'12.17238"	W71°46'07.54480"	3171.4864 m

**COORDENADAS UTM WGS 84**

<b>PUNTO</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Elevación Geoidal</b>
1004082	200389.0988 m	8494433.4235 m	3124.7819 m

**d. CONCLUSIONES.**

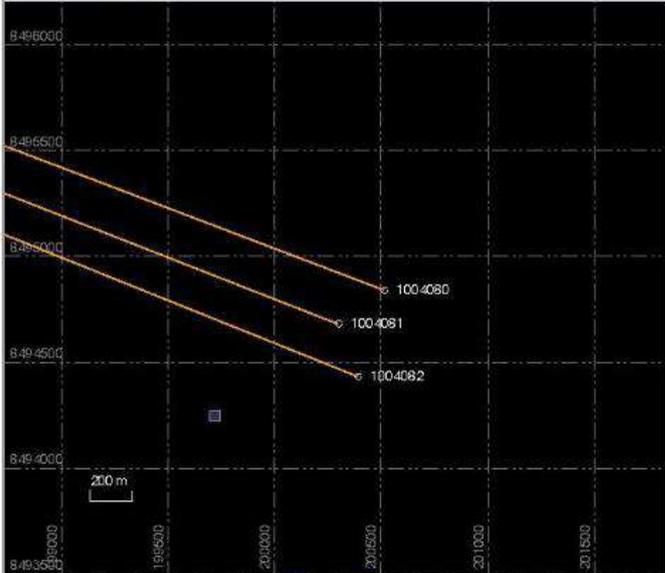
La aplicación de estas técnicas de corrección diferencial nos conducen al fundamento del posicionamiento relativo, es decir, la utilización simultánea de dos o más receptores, tomando datos al mismo tiempo (con el mismo intervalo de grabación), el primero, que estará ubicado sobre un punto de coordenadas conocidas, será el receptor base y el otro será el receptor remoto y se ubicará en los puntos que nos interesa relevar, para conocer sus coordenadas, los valores obtenidos grafico anterior son valores obtenidos para nuestro proyecto con el método estático, así mismo el software empleado y la configuración para este tipo de cálculos nos ha permitido obtener resultados dentro de los parámetros establecidos en las normas técnicas de levantamientos geodésicos para puntos de orden "C"

Adicionalmente las especificaciones técnicas de los equipos GPS utilizados, se presenta la forma adecuada de la medición de la altura inclinada en campo, con la cual se deduce la reducción de la vertical y el posterior cálculo de la altura vertical del equipo geodésico que servirá para el post proceso indicado.

Así mismo se detalla en un informe el sustento de la realización de las lecturas en el mes de Noviembre y exponiendo con pruebas detalladamente.

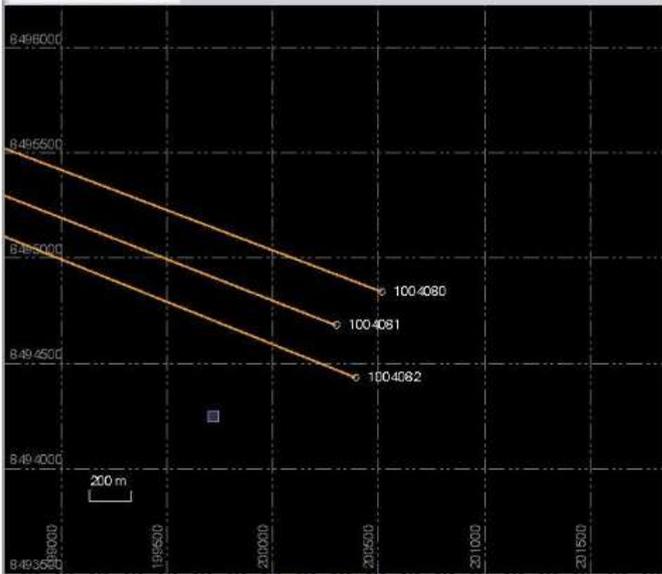


6. LOS PUNTOS GEODÉSICOS.

DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA				
<b>NOMBRE</b> 1004080	<b>CÓDIGO</b> 1004080	<b>LOCALIDAD</b> OROPESA	<b>ESTABLECIDA POR:</b> HAIDERH SILVERA ABELLANEDA	
<b>UBICACIÓN:</b> DISTRITO DE OROPESA			<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE DE 7 CM DE DIAMETRO	
<b>LATITUD (S) WGS-84</b> S13°35'58.97011"	<b>LONGITUD (W) WGS-84</b> W71°46'03.17449"	<b>NORTE (N) WGS-84</b> 8494840.9142 m	<b>ESTE (E) WGS-84</b> 200515.9406 m	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 3141.5904 m		<b>ELEVACIÓN (EGM-08)</b> 3094.8986 m	<b>ZONA UTM</b> 19	
ORDEN DEL PUNTO GEODÉSICO "C"				
<b>CROQUIS TOPOGRÁFICO</b>			<b>IMAGEN DE RASTREO DE ANTENA</b>	
				
			<b>IMAGEN DEL DISCO</b>	
				
DESCRIPCIÓN				
<p>El punto geodésico denominado 1004080, está ubicado a 3m DE LA VIA CUSCO - PAUCARTAMBO del DISTRITO DE OROPESA, DE LA PROVINCIA DE QUISPICANCHIS, del Departamento de Cusco</p> <p>El monumento es un hito de concreto de 0.40 x 0.40 y 0.60m de profundidad sobre el terreno natural este lleva una placa de Bronce de 70 mm de diámetro donde lleva inscrito el nombre del punto MDD01410</p>				
<b>DESCRITA POR:</b> Ing. Haiderh Silvera Abellaneda	<b>REVISADO POR:</b> Ing. Haiderh Silvera Abellaneda	<b>JEFE PROYECTO:</b> Ing. Haiderh Silvera Abellaneda	<b>DE</b> Silvera	<b>FECHA:</b> 29 de Febrero 2024

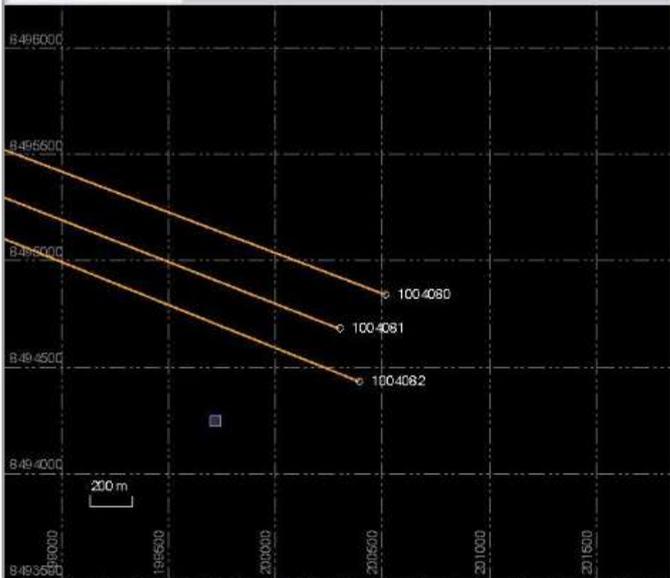
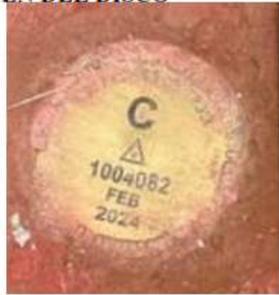
  
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
  
 Ing. Haiderh Silvera Abellaneda  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 330111



DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA				
<b>NOMBRE</b> 1004081	<b>CÓDIGO</b> 1004081	<b>LOCALIDAD</b> OROPESA	<b>ESTABLECIDA POR:</b> HAIDERH SILVERA ABELLANEDA	
<b>UBICACIÓN:</b> DISTRITO DE OROPESA			<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE DE 7 CM DE DIAMETRO	
<b>LATITUD (S) WGS-84</b> S13°35'58.97011"	<b>LONGITUD (W) WGS-84</b> W71°46'03.17449"	<b>NORTE (N) WGS-84</b> 8494840.9142 m	<b>ESTE (E) WGS-84</b> 200515.9406 m	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 3141.5904 m		<b>ELEVACIÓN (EGM-08)</b> 3094.8986 m	<b>ZONA UTM</b> 19	
ORDEN DEL PUNTO GEODÉSICO "C"				
<b>CROQUIS TOPOGRÁFICO</b>			<b>IMAGEN DE RASTREO DE ANTENA</b>	
				
			<b>IMAGEN DEL DISCO</b>	
				
DESCRIPCIÓN				
<p>El punto geodésico denominado 1004080, está ubicado a 200m DE LA VIA CUSCO - PAUCARTAMBO del DISTRITO DE OROPESA, DE LA PROVINCIA DE QUISPICANCHIS, del Departamento de Cusco</p> <p>El monumento es un hito de concreto de 0.40 x 0.40 y 0.60m de profundidad sobre el terreno natural este lleva una placa de Bronce de 70 mm de diámetro donde lleva inscrito el nombre del punto MDD01410</p>				
<b>DESCRITA POR:</b> Ing. Haiderh Silvera Abellaneda	<b>REVISADO POR:</b> Ing. Haiderh Silvera Abellaneda	<b>JEFE DE PROYECTO:</b> Ing. Haiderh Silvera Abellaneda	<b>DE</b> Silvera	<b>FECHA:</b> 29 de Febrero 2024


**COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ**  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
  
**Ing. Haiderh Silvera Abellaneda**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 330111

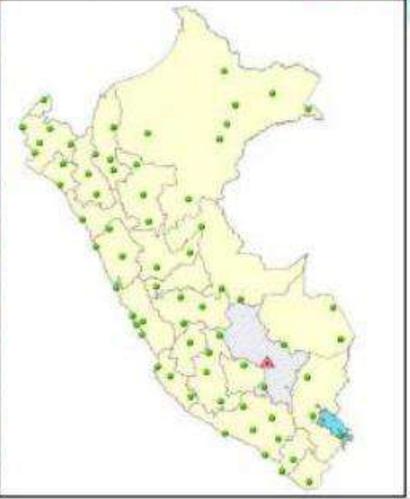


DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA				
<b>NOMBRE</b> 1004082	<b>CÓDIGO</b> 1004082	<b>LOCALIDAD</b> OROPESA	<b>ESTABLECIDA POR:</b> HAIDERH SILVERA ABELLANEDA	
<b>UBICACIÓN:</b> DISTRITO DE OROPESA			<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA:</b> DISCO DE BRONCE DE 7 CM DE DIAMETRO	
<b>LATITUD (S) WGS-84</b> S13°35'58.97011"	<b>LONGITUD (W) WGS-84</b> W71°46'03.17449"	<b>NORTE (N) WGS-84</b> 8494840.9142 m	<b>ESTE (E) WGS-84</b> 200515.9406 m	
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b> 3141.5904 m		<b>ELEVACIÓN (EGM-08)</b> 3094.8986 m	<b>ZONA UTM</b> 19	
ORDEN DEL PUNTO GEODÉSICO "C"				
<b>CROQUIS TOPOGRÁFICO</b>			<b>IMAGEN DE RASTREO DE ANTENA</b>	
				
			<b>IMAGEN DEL DISCO</b> 	
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<p>El punto geodésico denominado 1004080, está ubicado a 415m DE LA VIA CUSCO - PAUCARTAMBO del DISTRITO DE OROPESA, DE LA PROVINCIA DE QUISPICANCHIS, del Departamento de Cusco</p> <p>El monumento es un hito de concreto de 0.40 x 0.40 y 0.60m de profundidad sobre el terreno natural este lleva una placa de Bronce de 70 mm de diámetro donde lleva inscrito el nombre del punto MDD01410</p>				
<b>DESCRITA POR:</b> Ing. Haiderh Silvera Abellaneda	<b>REVISADO POR:</b> Ing. Haiderh Silvera Abellaneda	<b>JEFE DE PROYECTO:</b> Ing. Haiderh Silvera Abellaneda	<b>DE:</b> Silvera	<b>FECHA:</b> 29 de Febrero 2024


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
  
 Ing. Haiderh Silvera Abellaneda  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 330111



FICHA TECNICA

	<b>INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL</b> SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO	
<b><u>DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA DE LA ERP</u></b>		
<b>0. DATOS GENERALES:</b>		
Preparado por:	Departamento de Procesamiento Geodésico	
Realizado:	30 de noviembre de 2020	
Versión:	3.1.0	
<b>1. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS:</b>		
Nombre:	Cusco	
Código Nacional:	CS01	
Código Internacional:	42235M001	
Inscripción:	Placa de bronce	
Orden de la estación:	"0"	
Fecha de monumentación:	20 de julio de 2010	
<b>2. INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN:</b>		
Departamento:	Cusco	
Provincia:	Cusco	
Distrito:	Wanchaq	
Ubicación de la estación:	Plan MERISS del Gobierno Regional de Cusco	
<b>CROQUIS DE UBICACIÓN</b>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>		
FECHA: 9/04/2024 15:25 / COMPROBANTE DE PAGO ELECTRÓNICO: R001-026602		CS01 1   4





**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL  
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA  
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO**



**3. COORDENADAS DE LA ESTACIÓN:**

Sistema de referencia: GRS80 / WGS84	Marco de referencia: ITRF2000
--------------------------------------	-------------------------------

**3.1. GEODÉSICAS:**

Latitud (S)	Longitud (O)
13°31'27.32009"	71°57'45.34163"
Altura Elipsoidal (m)	Factor de escala combinado
3410.0430	1.000871242128

**3.2. CARTESIANAS**

X (m)	Y (m)	Z (m)
1921528.2810	-5900745.4758	-1482655.4930

**3.3. UTM**

Este (m)	Norte (m)
179291.7309	8502947.3663
Zona: 19 Sur	

**4. INFORMACIÓN SOBRE EL EQUIPO GNSS**

**4.1. RECEPTOR:**

**Modelo:** NET R8 TRIMBLE, Doble frecuencia  
**N° de serie:** 4906K34484  
**Versión del firmware:** 4.41  
**Fecha de instalación:** 20 de julio de 2010  
**Ubicación del receptor:** El receptor se encuentra dentro de una caja metálica de color blanco humo empotrada en la pared, ubicado en la oficina de informática de la mencionada institución.

**4.2. ANTENA:**

**Modelo:** Zephyr Geodetic Model 2 (L1,L2) Trimble  
**N° de serie:** 1440929389  
**Cubierta protectora:** con domo  
**Medición de la antena:** ARP (Base de soporte de la antena)  
**Altura de la antena:** 0.0750 m  
**Fecha de instalación:** 20 de julio de 2010  
**Ubicación de la antena:** La antena está instalada sobre un tubo cilíndrico de acero de 30 cm de alto y 6 pulgadas de diámetro, ubicada en el techo de la mencionada institución.

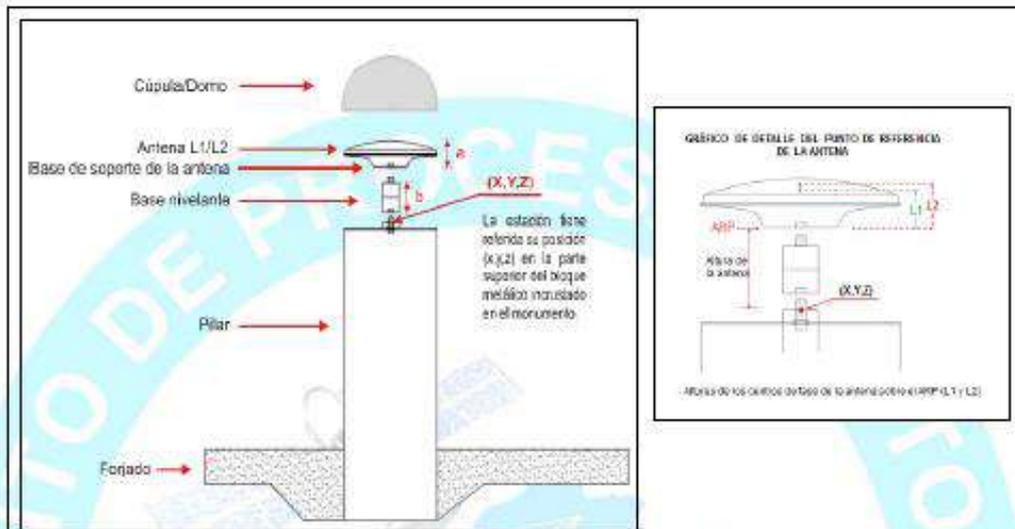


INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL  
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA  
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO



5. ESQUEMA DE LA ESTACIÓN

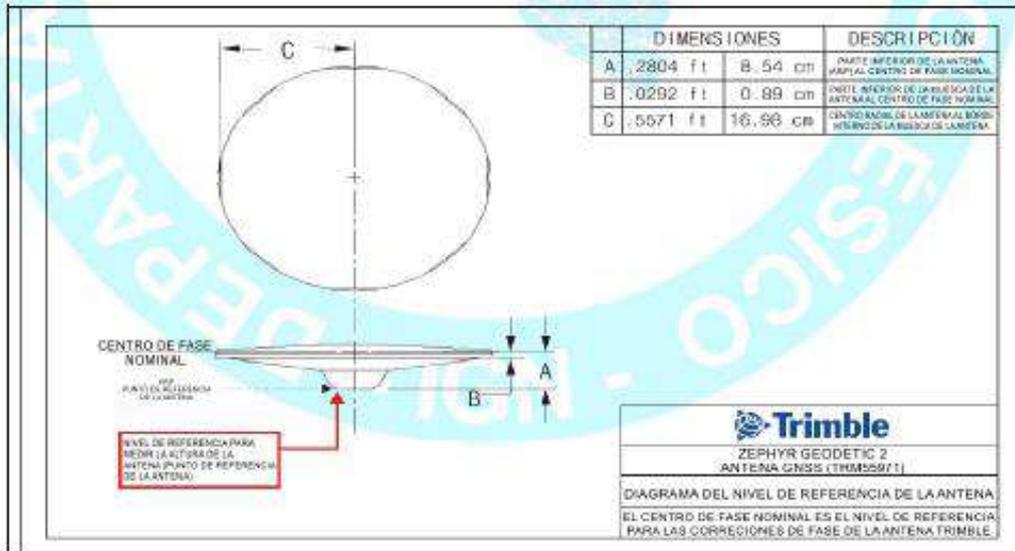
5.1. ESQUEMA DE ALTURA DE LA ANTENA



**a = 8.54 cm** Distancia de compensación del centro de fase. (Phase Center Offset)

**b = 7.50 cm** Distancia entre la base de soporte de la antena y el límite superior del bloque metálico incrustado en el monumento.

5.2. DIMENSIONES DE LA ANTENA





INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL  
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA  
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO



6. INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESAMIENTO

Área de mantenimiento:	DPG
Área de control:	DPG
Área de procesamiento:	DPG
Observables:	L1, L2, C1, P2
Intervalo de registro:	5 seg
Máscara de elevación:	5°
Archivo diario:	24 HRS
Formato de archivo nativo:	*T01
Datos para el procesamiento:	06 al 19 de septiembre de 2020
Tipo de órbita:	Efemérides precisas finales
Archivo procesado:	Rinex 2.11
Software de procesamiento:	Gamit / Globk V 10.71
Procesador y analista GNSS:	Lic. Franklin Maylle Gamarra
Revisado por:	CAP. EP. Rogger Montoya Monroy

7. CONTACTOS

Oficina:	Departamento de Procesamiento Geodésico
Dirección:	Av. Andrés Aramburú 1184, Surquillo, Lima 34, Perú
Teléfono:	4759960 / 4753030 Anexo 120
Correo:	<a href="mailto:cpg@ign.gob.pe">cpg@ign.gob.pe</a> / <a href="mailto:sirgas_peru@ign.gob.pe">sirgas_peru@ign.gob.pe</a>
Web site:	<a href="http://209.45.65.186/rastreo_permanente">http://209.45.65.186/rastreo_permanente</a>



## 7. SOLICITUD DE CÓDIGO DE PUNTO GEODÉSICO.



### SOLICITUD DE CÓDIGOS PARA PUNTOS GEODÉSICOS

INFORMACION DEL SOLICITANTE : N° Solicitud : 0000012871

PERSONA NATURAL/JURIDICA RESPONSABLE DE LOS TRABAJOS TRABAJOS DE POSICIONAMIENTO GNSS	SILVERA ABELLANEDA HAIDERH
TELEFONO / CELULAR	947174964
CORREO ELECTRONICO	<a href="mailto:haiderhsilveraabellameda@gmail.com">haiderhsilveraabellameda@gmail.com</a>
CANTIDAD DE PUNTOS GEODÉSICOS	
Datos del Punto Geodésico 1	
ORDEN DE PUNTO GEODÉSICO	"C"
CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO 1(*)	1004080
Datos del Punto Geodésico 2	
ORDEN DE PUNTO GEODÉSICO	"C"
CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO 2(*)	1004081
Datos del Punto Geodésico 3	
ORDEN DE PUNTO GEODÉSICO	"C"
CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO 3(*)	1004082
FECHA DE REGISTRO :	24/02/2024
<b>AVISO 01</b> El código asignado por el Sistema de Certificaciones, tendrá validez de no mayor a seis (06) meses para su certificación, ello contempla el proceso de levantamiento de observaciones (en caso lo hubiera). El no cumplimiento de lo dispuesto, llevará a la anulación y asignación de dichos códigos a otros proyectos.	
<b>AVISO 02</b> Se le hace de su conocimiento que el responsable consignado el presente documento es la única persona autorizada para solicitar ampliación de vigencia de códigos	