



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y**  
**AGRIMENSURA**



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE ELEMENTOS VIALES**  
**GEORREFERENCIADOS POR FOTOGRAMETRÍA CON DRON Y**  
**GNSS MOBILE MAPPER 60 EN LA CARRETERA PALERMO –**  
**LACALACA DE LA PROVINCIA DE CHUCUITO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. YONY CORDOVA RODRIGUEZ**

**Bach. LUZ ESMERALDA CONDORI HUAQUISTO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR**

**PUNO - PERÚ**

**2024**



# YONY CORDOVA RODRIGUEZ, LUZ ES ANÁLISIS COMPARATIVO DE ELEMENTOS VIALES GEORREFERENCIADOS POR FOTOGRAMETRÍA CON DRON Y

Universidad Nacional del Altiplano

## Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:uid::8254-409371651

123 Páginas

Fecha de entrega

25 nov 2024, 11:29 a.m. GMT-6

21,039 Palabras

Fecha de descarga

25 nov 2024, 11:37 a.m. GMT-6

106,118 Caracteres

Nombre de archivo

ANÁLISIS COMPARATIVO DE ELEMENTOS VIALES GEORREFERENCIADOS POR FOTOGRAMETRÍA CO....pdf

Tamaño de archivo

6.2 MB





## 18% Similitud general

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

### Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 12 palabras)

### Fuentes principales

- 17% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 10% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

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

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

  
ING. VICTOR C. FLORES FLORES  
DIRECTOR

  
Dr. Valeriano CRUZOTTI APAZA  
SUBDIRECTOR DE INVESTIGACIÓN  
EPITA - FCA





## DEDICATORIA

A Dios nuestro creador por guiarme a lo largo del camino llamado vida, por darme salud y fortaleza, para continuar el camino del crecimiento profesional y por la gran bendición que derrame sobre mí.

A mis padres Modesto Condori Inofuente y Basilia Huaquisto Huanca por ser el apoyo incondicional a lo largo de mi vida universitaria, a mis hermanas Luz Anadeyne y Marisol por estar presentes en muchos momentos apoyándome moralmente, a cada uno de ellos dedicarle este proyecto por haber sentido su afecto hacia mí.

**Luz Esmeralda Condori Huaquisto**



## DEDICATORIA

A Dios por la fortaleza y sabiduría que me da en cada momento de mi vida y permitirme llegar a este punto de mi vida profesional y por darme salud para seguir creciendo profesionalmente.

A mis padres Placido Cordova Laquihuanaco y Mercedes Rodriguez Castillo por el gran apoyo brindado a lo largo de mi vida, a mis hermanos por el apoyo incondicional con las palabras hacia mi persona, gracias por motivarme a perseguir mis sueños.

**Yony Cordova Rodriguez**



## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, por formar profesionales con calidad académica y competitividad laboral.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura, por la formación profesional que nos brindó en sus aulas durante los años de permanencia de nuestra vida universitaria, nos llevamos los conocimientos adquiridos y las maravillosas experiencias vividas.

Agradecemos a nuestro asesor de tesis al M.Sc. Victor Cipriano Flores Flores, por el tiempo de apoyo y orientación que nos brindó en la ejecución del proyecto, así mismo agradecer a cada miembro del jurado calificador, M.Sc. Alberto Ramos Vilca, Ing. Juan Esteban Araoz Barrios y Dr. Fausto Alan Lazarte Velarde, por ser parte de este proyecto.

**Luz Esmeralda Condori Huaquisto**

**Yony Cordova Rodriguez**



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	
<b>ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>17</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>18</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>19</b>
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>19</b>
1.2.1. Problema General.....	19
1.2.2. Problemas Específicos.....	20
<b>1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>20</b>
1.3.1. Objetivo General .....	20
1.3.2. Objetivos Específicos.....	20
<b>1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>21</b>
1.4.1. Hipótesis General.....	21
1.4.2. Hipótesis Especificas .....	21
<b>1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....</b>	<b>22</b>



## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

<b>2.1. ANTECEDENTES</b> .....	<b>25</b>
2.1.1. Internacionales .....	25
2.1.2. Nacionales .....	26
2.1.3. Locales .....	28
<b>2.2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>28</b>
2.2.1. Sistema de Posicionamiento Global .....	28
2.2.2. Sistema de Coordenadas UTM.....	30
2.2.3. Red Geodésica Nacional .....	31
2.2.3.1. Clasificación de los puntos geodésicos.....	31
2.2.4. Fases de un trabajo GNSS.....	33
2.2.5. Georreferenciación.....	34
2.2.6. Receptor GNSS South Galaxy G3 .....	35
2.2.7. GNSS Mobile Mapper 60.....	35
2.2.8. Fotogrametría .....	36
2.2.9. Aspectos geométricos de la fotografía aérea.....	37
2.2.10. Vehículos Aéreos no Tripulados (VANT) .....	38
2.2.10.1. Tipos de Vant.....	39
2.2.11. DJI Drone Phantom 4 Pro .....	40
2.2.12. Plan de Vuelo .....	40
2.2.13. Altura De Vuelo .....	41
2.2.14. Traslape .....	41
2.2.15. Elementos y características de la red vial.....	42
<b>2.3. MARCO CONCEPTUAL</b> .....	<b>43</b>



2.3.1. Precisión.....	43
2.3.2. Tiempo .....	44
2.3.3. Costo.....	44
2.3.4. Cartografía.....	44
2.3.2. Geodesia.....	45

### CAPITULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>46</b>
3.1.1. Ubicación Política .....	47
3.1.2. Ubicación Del Ámbito De Estudio.....	47
3.1.2.1. Ubicación UTM – WGS 84 .....	47
3.1.3. Vía de acceso.....	48
<b>3.2. MATERIALES Y EQUIPOS.....</b>	<b>48</b>
3.2.1. Materiales para la monumentación de PCG .....	48
3.2.2. Equipos y materiales en gabinete .....	49
3.2.3. Instrumentos .....	49
3.2.4. Equipos y herramientas .....	49
3.2.5. Softwars.....	50
<b>3.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>50</b>
3.3.1. Diseño de investigación .....	50
3.3.2. Tipo de investigación .....	50
3.3.3. Nivel de investigación.....	51
3.3.4. Enfoque de investigación .....	51
3.3.5. Población.....	51
3.3.6. Muestra.....	51



3.3.7. Variables de Investigación .....	51
<b>3.4. METODOLOGÍA DE TRABAJO .....</b>	<b>52</b>
3.4.1. Información preliminar .....	52
3.4.2. Reconocimiento de campo .....	52
3.4.3. Colocación de puntos de control geodésico de orden "C" .....	53
3.4.4. Medición en campo con DRON .....	61
3.4.5. Medición en campo con GNSS MOBILE MAPPER 60 (GPS submétrico) .....	66

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1. RESULTADOS .....</b>	<b>70</b>
4.1.1. Análisis de resultados.....	70
4.1.2. Análisis comparativo de datos.....	79
4.1.3. Análisis Estadístico .....	84
4.1.3.1. Prueba estadística para el primer objetivo .....	84
4.1.3.2. Prueba estadística para el segundo objetivo.....	96
4.1.3.3. Prueba estadística para el tercer objetivo.....	99
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>104</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>105</b>
<b>VII. REFERENCIAS .....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>109</b>

**ÁREA:** Diseño de vías y gerencia de vías

**TEMA:** Otras ingenierías y tecnologías

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 29 de noviembre del 2024



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Ubicación UTM de inicio del tramo .....	47
<b>Tabla 2</b> Ubicación UTM de fin del tramo .....	47
<b>Tabla 3</b> Vías de acceso.....	48
<b>Tabla 4</b> Tiempo de establecimiento de PC-01 y PC-02.....	55
<b>Tabla 5</b> Consideraciones técnicas de PC "01" .....	56
<b>Tabla 6</b> Consideraciones técnicas de PC "02" .....	56
<b>Tabla 7</b> Puntos de control Geodésico de orden "C" .....	70
<b>Tabla 8</b> Coordenadas obtenidas con receptor GNSS South Galaxy G3.....	71
<b>Tabla 9</b> Coordenadas obtenidas por fotogrametría con Dron .....	73
<b>Tabla 10</b> Coordenadas obtenidas por GNSS Mobile Mapper 60.....	76
<b>Tabla 11</b> Comparación de coordenadas de receptor GNSS South Galaxy G3 Y DRON .....	79
<b>Tabla 12</b> Comparación de coordenadas receptor GNSS South Galaxy G3 Y GNSS Mobile Mapper 60.....	82
<b>Tabla 13</b> Valores estadísticos descriptivos .....	85
<b>Tabla 14</b> Test de Kolmogorov - Smirnov .....	86
<b>Tabla 15</b> Test de kolmogorov – smirnov .....	88
<b>Tabla 16</b> Prueba de Kolmogorov - Smirnov para diferencia de datos .....	91
<b>Tabla 17</b> Tiempo de ejecución con Dron .....	96
<b>Tabla 18</b> Tiempo empleado con GNSS MOBILE MAPPER 60. ....	97
<b>Tabla 19</b> Diferencia de tiempo empleado con ambos equipos.....	97
<b>Tabla 20</b> Costo empleado con Dron.....	100
<b>Tabla 21</b> Costo empleado con GNSS MOBILE MAPPER 60 .....	100



**Tabla 22** Diferencia de costos ..... 101



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Sistema GPS de satélites. ....	29
<b>Figura 2</b> Tipos de posicionamiento en función al sistema de referencia .....	30
<b>Figura 3</b> Proyección Universal Transverse Mercator (UTM).....	31
<b>Figura 4</b> Clasificación de puntos geodésicos .....	33
<b>Figura 5</b> Aspectos geométricos de una fotografía aérea .....	37
<b>Figura 6</b> Denominaciones de dron .....	38
<b>Figura 7</b> Dron Multi rotor y ala fija .....	40
<b>Figura 8</b> Altura de vuelo .....	41
<b>Figura 9</b> Traslape .....	42
<b>Figura 10</b> Zona de estudio.....	46
<b>Figura 11</b> Vía de acceso Puno- Juli.....	48
<b>Figura 12</b> Reconocimiento de campo .....	52
<b>Figura 13</b> Imagen de los equipos utilizados.....	53
<b>Figura 14</b> Monumentación de Puntos de control geodésico .....	54
<b>Figura 15</b> Posicionamiento GNSS de PC - 02 de orden "C". .....	55
<b>Figura 16</b> Procesamiento de PC-01 en software Trimble Bussines Center (TBC)....	58
<b>Figura 17</b> Visualización de tiempo de ERP y PC - 01.....	59
<b>Figura 18</b> Procesamiento de PC – 02 en software Trimble Business Center (TBC)..	59
<b>Figura 19</b> Visualización de tiempo de ERP y PC - 02.....	60
<b>Figura 20</b> Reporte de procesamiento de line base .....	60
<b>Figura 21</b> Parámetros generados en Líneas de vuelos .....	62
<b>Figura 22</b> Plan de vuelo .....	62
<b>Figura 23</b> Despegue de Dron .....	63



<b>Figura 24</b>	Procesamiento de imágenes.....	64
<b>Figura 25</b>	Nube de puntos.....	64
<b>Figura 26</b>	Ortomosaico .....	65
<b>Figura 27</b>	Restitución fotogramétrica digital .....	65
<b>Figura 28</b>	Inicio del proyecto Km 02+000.....	67
<b>Figura 29</b>	Configuración y creación de nuevo proyecto.....	67
<b>Figura 30</b>	Georreferenciación punto inicial.....	68
<b>Figura 31</b>	Medición de la ruta PU - 129 .....	68
<b>Figura 32</b>	Georreferenciación de final del proyecto .....	69
<b>Figura 33</b>	Análisis en el software IBM SPSS .....	93
<b>Figura 34</b>	Prueba de Wilcoxon .....	94
<b>Figura 35</b>	Ejecución de análisis de muestras relacionadas .....	94
<b>Figura 36</b>	Resultado de la prueba de Wilcoxon.....	94
<b>Figura 37</b>	Diferencia de tiempos por etapas de trabajo.....	98
<b>Figura 38</b>	Diferencia total de tiempos empleados.....	98
<b>Figura 39</b>	Diferencia de costos por recurso .....	102
<b>Figura 40</b>	Diferencia total de costo por equipo.....	102



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO 1.</b> Descripción monográfica de PC - 01. ....	109
<b>ANEXO 2.</b> Descripción monográfica de PC - 02. ....	110
<b>ANEXO 3.</b> Formulario GNSS de rastreo permanente. ....	111
<b>ANEXO 4.</b> Especificaciones técnicas de receptor GNSS South Galaxy G3. ....	115
<b>ANEXO 5.</b> Especificaciones técnicas de Dron. ....	117
<b>ANEXO 6.</b> Especificaciones técnicas de GNSS Mobile Mapper 60. ....	118
<b>ANEXO 7.</b> Plano de coordenadas de los elementos de la vía obtenidos con GNSS South Galaxy G3.....	119
<b>ANEXO 8.</b> Plano de coordenadas de los elementos de la vía obtenidos con DJI Drone Phantom 4 pro.....	119
<b>ANEXO 9.</b> Plano de coordenadas de los elementos de la vía obtenidos con GNSS MOBILE MAPPER 60.....	119
<b>ANEXO 10.</b> Plano de ubicación georreferenciado en carta nacional escala 1/25 000. ....	119
<b>ANEXO 11.</b> Plano clave en planta.....	119



## ACRÓNIMOS

GNSS:	Global Navigation Satelital System
PCG:	Puntos de Control Geodésicos
GPS:	Global Positionig System
MDT:	Modelo Digital de Terreno
MTC:	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
VANT:	Vehículo Aéreo No Tripulado
REGGEN:	Red Geodésica Geocéntrica Nacional
IGN:	Instituto Geográfico Nacional
ERP:	Estaciones de rastreo permanente
WGS-84:	World Geodetic System 84
CMOS:	Semiconductor de oxido metálico complementario



## RESUMEN

La presente investigación se realizó en el tramo KM 2+000 - KM5+000, de la carretera Palermo - Lacalaca, distrito de Juli, provincia de Chucuito - Región Puno, cuyas coordenadas de inicio de tramo es: 8204863.236 N y 447891.697 E y coordenadas de fin de tramo es: 8200029.748 N 448328.647 E. El objetivo general fue comparar la información obtenida de los elementos viales georreferenciados por fotogrametría con Drone DJI Phantom 4 pro y GNSS MOBILE MAPPER 60, siendo los objetivos específicos: a) Determinar la diferencia de precisión en coordenadas absolutas obtenidas por ambos equipos, b) Determinar la diferencia de tiempos y c) Determinar la diferencia de costos de estos dos equipos. El estudio corresponde al nivel de investigación explicativo-causal. El método para obtener los datos fue colocar dos puntos de control geodésico de orden "C" georreferenciados a la ERP-PU03(Yunguyo), con el receptor GNSS South Galaxy G3, el cual sirve como base para la recolección de datos de los elementos viales. Se analizó estadísticamente la precisión, tiempo y costo de trabajo de los dos equipos, utilizando estadística descriptiva así también la prueba Kolmogorov – Smirnov y la prueba Wilcoxon con un nivel de significancia de 0.05. En los resultados de precisión se obtuvo una diferencia de 1.809 metros con respecto al Dron y GNSS MOBILE MAPPER 60, en tiempo se obtuvo la diferencia de 07h 35min 43s. y en costos la diferencia de 286.10 soles respecto a dichos equipos.

**Palabras clave:** Costo, Fotogrametría, Georreferenciación, GNSS, Precisión, Tiempo.



## ABSTRACT

The present investigation was carried out in the section KM 2+000 - KM5+000, of the Palermo - Lacalaca highway, district of Juli, province of Chucuito - Puno Region, whose coordinates of the beginning of the section are: 8204863.236 N and 447891.697 E and coordinates end of section is: 8200029.748 N 448328.647 E. The general objective was to compare the information obtained from the road elements georeferenced by photogrammetry with the DJI Phantom 4 pro Drone and GNSS MOBILE MAPPER 60, with the specific objectives being: a) Determine the difference in precision in absolute coordinates obtained by both teams, b) Determine the time difference and c) Determine the cost difference of these two teams. The study corresponds to the explanatory-causal level of research. The method to obtain the data was to place two geodetic control points of order "C" georeferenced to the ERP-PU03 (Yunguyo), with the South Galaxy G3 GNSS receiver, which serves as a base for collecting data from the road elements. . . The precision, time and cost of work of the two teams are statistically analyzed, using descriptive statistics as well as the Kolmogorov - Smirnov test and the Wilcoxon test with a significance level of 0.05. In the precision results, a difference of 1,809 meters was obtained with respect to the Drone and GNSS MOBILE MAPPER 60, in time the difference of 07h 35min 43s was obtained. and in costs the difference of 286.10 soles with respect to said equipment.

**Keywords:** Cost, Photogrammetry, Georeferencing, GNSS, Precision, Time.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las carreteras en la actualidad son infraestructuras de gran importancia en la interconexión de distintos pueblos y comunidades, por lo que requiere de una base de datos debidamente georreferenciados de los elementos que conforman la vía.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, nos da a conocer el uso de equipos GNSS utilizados hasta la actualidad y al estar en un mundo con bastantes cambios tecnológicos se requieren equipos nuevos con tecnología más avanzada, que nos ayude en la toma de datos de forma mucho más rápida, económica y con datos con mayor precisión, ya que estos datos nos servirán para tener un adecuado sistema de información vial y así mejorar la toma de decisiones en futuros proyectos.

El uso de vehículos aéreos no tripulados (VANT), en la actualidad se está dando con mayor frecuencia en trabajos de ingeniería, por ser más versátil en cuanto toma de información geográfica.

### 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.2.1. Problema General

¿Existe diferencia en la comparación de información obtenida de los elementos viales georreferenciados por fotogrametría con DRON y GNSS MOBILE MAPPER 60, en la carretera Palermo – Lacalaca KM 2+000 hasta el KM 5+000, de la provincia de Chucuito?



### **1.2.2. Problemas Específicos**

¿Existe diferencia en la precisión de coordenadas absolutas obtenidas de los elementos viales georreferenciados por fotogrametría con DRON y GNSS MOBILE MAPPER 60, en la carretera Palermo – Lacalaca KM 2+000 hasta el KM 5+000?

¿Existe diferencia en el tiempo de recolección y postproceso de la información de los elementos viales georreferenciados por fotogrametría con DRON y GNSS MOBILE MAPPER 60, en la carretera Palermo – Lacalaca KM 2+000 hasta el KM 5+000?

¿Existe diferencia en el costo de inversión de recursos empleados en la toma de datos de los elementos viales georreferenciados por fotogrametría con DRON y GNSS MOBILE MAPPER 60, en la carretera Palermo – Lacalaca KM 2+000 hasta el KM 5+000?

## **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. Objetivo General**

Comparar la información obtenida de los elementos viales georreferenciados por fotogrametría con DRON y GNSS MOBILE MAPPER 60, en la carretera Palermo – Lacalaca en la carretera Palermo – Lacalaca KM 2+000 hasta el KM 5+000, de la provincia de Chucuito.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

Determinar la diferencia en la precisión de coordenadas absolutas obtenidas de los elementos viales georreferenciados por fotogrametría con DRON



y GNSS MOBILE MAPPER 60, en la carretera Palermo – Lacalaca KM 2+000 hasta el KM 5+000.

Determinar la diferencia en el tiempo de recolección y postproceso de la información de los elementos viales georreferenciados por fotogrametría con DRON y GNSS MOBILE MAPPER 60, en la carretera Palermo – Lacalaca KM 2+000 hasta el KM 5+000.

Determinar la diferencia en el costo de inversión de los recursos empleados en la toma de datos de los elementos viales georreferenciados por fotogrametría con DRON y GNSS MOBILE MAPPER 60, en la carretera Palermo – Lacalaca KM 2+000 hasta el KM 5+000.

## **1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Hipótesis General**

Existe, diferencia en la comparación de información obtenida de los elementos viales georreferenciados por fotogrametría con DRON y GNSS MOBILE MAPPER 60, en la carretera Palermo – Lacalaca en la carretera Palermo – Lacalaca KM 2+000 hasta el KM 5+000, de la provincia de Chucuito.

### **1.4.2. Hipótesis Especificas**

Existe, diferencia en la precisión de coordenadas absolutas obtenidas de los elementos viales georreferenciados por fotogrametría con DRON y GNSS MOBILE MAPPER 60, en la carretera Palermo – Lacalaca KM 2+000 hasta el KM 5+000.



Existe, diferencia en el tiempo de recolección y postproceso de la información de los elementos viales georreferenciados por fotogrametría con DRON y GNSS MOBILE MAPPER 60, en la carretera Palermo – Lacalaca KM 2+000 hasta el KM 5+000.

Existe, diferencia en el costo de inversión de los recursos empleados en el en la toma de datos de los elementos viales georreferenciados por fotogrametría con DRON y GNSS MOBILE MAPPER 60, en la carretera Palermo – Lacalaca KM 2+000 hasta el KM 5+000.

## **1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

El presente proyecto de investigación, se da por la necesidad de evaluar las distintas tecnologías para optimizar los trabajos en la recolección de datos de campo, así poder determinar el mejor equipo, el cual beneficie en la toma de decisiones futuras. Es por eso que al analizar la comparación de resultados de precisión, tiempo y costo de la información obtenida de los elementos viales georreferenciados por fotogrametría con DRON y GNSS MOBILE MAPPER 60, identificaremos el equipo con mejores resultados en la toma de datos en campo y así generar un adecuado sistema de información vial.

Al ser de gran importancia la infraestructura vial, para la interconexión de pueblos, ciudades, países, etc. El tener una base de datos actualizada y en un menor tiempo, resultaría de manera favorable en el sistema de información vial, es por eso que se requiere implementar nuevas tecnologías en los trabajos de recolección de datos, lo que beneficiaría al equipo de trabajo humano, reduciendo la exposición de los profesionales a muchas horas en el ambiente de trabajo de campo ya que se ven afectados por las temperaturas y la circulación de vehículos.



La comparación de resultados de información obtenida de los elementos viales georreferenciados por fotogrametría con DRON y GNSS MOBILE MAPPER 60, nos sirven para tener una buena gestión y administración vial de los activos analizados, así en un futuro evitar incompatibilidades en la fase de elaboración y ejecución de un proyecto de mantenimiento u otros.

#### **Justificación teórica:**

La evaluación de equipos, permitirá tener conocimiento de los diferentes métodos de obtención de coordenadas, proporcionando información sobre las diferencias en cada una de ellas, mejorando la eficiencia y precisión en la recolección de datos de elementos viales, ya que esto influirá en decisiones futuras de planificación, diseño y mantenimiento de la infraestructura vial.

En ese sentido se hablaría de distintos equipos como en este caso sea el DJI Drone Phantom 4 pro y el GNSS MOBILE MAPPER 60, cada uno de estos equipos con distintos impactos tanto en precisión, tiempo y costo de trabajo.

#### **Justificación práctica:**

Los equipos van evolucionando conforme transcurre el tiempo, es por eso que se van identificando equipos más eficientes para reducir costos y tiempos de trabajo con un aumento de precisión, automatizando procesos de recolección de datos, integrando tecnologías emergentes ya sea el Dron u otros equipos, que permitan el desarrollo de proyectos de registro geográfico.

#### **Justificación social:**

Al realizar la toma de datos generales de campo a través de los elementos de la vía, se mejorará la planificación y mantenimiento de la infraestructura vial y así en un



futuro optimizar las rutas y tiempos de movilidad mejorando la conectividad y accesos a servicios con un mayor enlace de pueblos y comunidades.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

##### 2.1.1. Internacionales

El presente estudio lleva por nombre: “Levantamiento topográfico tradicional y aerofotogrametrías desde vehículos aéreos no tripulados (Vant-Drones), comparación de coordenadas horizontales y verticales”. El objetivo fue realizar el levantamiento topográfico utilizando equipos VANT y estación total obteniendo las coordenadas mediante cada equipo para sus respectivas comparaciones y así obtener sus diferencias. En conclusión, las nuevas tecnologías de los sensores remotos han permitido tener datos con mayor detalle del terreno, así mismo existe diferencia en los resultados obtenidos entre estos dos equipos.(Mamami, 2019)

Este trabajo de investigación titulado: “Análisis comparativo de levantamiento topográfico tradicional y tecnología de Drones.”, en este trabajo se realizó el levantamiento topográfico por cuatro métodos, para luego ser comparados entre los resultados obtenidos por cada método para así conocer el equipo con mayor precisión respecto a las mediciones de un terreno. Finalmente, se obtuvieron las diferencias de todos los métodos trabajados: cinta métrica, estación total, nivel topográfico y dron, este último fue el equipo con menor uso de tiempo y personal.(Santana Omar et al., 2020)

El presente trabajo lleva por título: “Análisis comparativo entre levantamientos topográficos con estación total como método directo y el uso de



Drones y GPS Como Métodos Indirectos.”, esta investigación tiene como objetivo comprobar los resultados de las medidas obtenidas en forma directa con la Estación Total con las medidas obtenidas de la fotogrametría con Dron y los obtenidos con el Sistema de Posicionamiento Global. Para lo cual se tomaron diferentes datos de campo dando como resultado que las coordenadas obtenidas de la estación total respecto a las coordenadas con GPS en técnica RTK presentan desviaciones que varían en un rango de 1.00 a 3.50 cm. así también la comparación entre estación total y Dron presentan desviaciones que varían en un rango de 1.00 a 5.00 cm.(Calero Jimenez et al., 2019)

### **2.1.2. Nacionales**

El presente estudio lleva por nombre: “Comparación de precisión de levantamiento topográfico con la estación total y el dron en el tramo de la carretera caserío Los Quispes al c.p. La Granja del distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca”. Este proyecto tiene por objetivo comparar la precisión de un levantamiento topográfico con Estación Total y con Dron, así mismo comparar los tiempos y costos de ambos trabajos con cada equipo. Se establecieron puntos de control a cada 250 metros con la estación total. Dando como resultado que el equipo dron es el equipo con menor tiempo de trabajo y demanda una menor inversión de dinero, así también en el sentido de precisión el mayor error en Norte fue de 0.29 cm. y en Este de 0.26 cm.(Mauliddiyah, 2021)

La presente investigación titulada: “Análisis comparativo del sistema de mapeo móvil inercial y los equipos GNSS/GPS utilizados en el inventario vial de rutas vecinales de la provincia de Cusco”. Realiza un análisis de coordenadas



obtenidas de los equipos de Mapeo Móvil Inercial Imajbox y los equipos receptores geodésicos GNSS/GPS Submétrico trimble y GNSS/GPS Navegador Garmin en el inventario vial de rutas vecinales de la provincia del Cusco, se analiza la precisión, costos, tiempos y estadísticas en la toma de datos con cada equipo. Concluyendo que el equipo con mayor precisión es el Imajbox para un mejor proceso en la recolección de datos de campo.(Pajuelo, 2021)

El presente estudio lleva por nombre: “Business Consulting – Programa Regional de Titulación de Tierras para la Región Ica”. El objetivo fue identificar el equipo con menor tiempo en recolección de datos de campo, por lo que se procedió a registrar las coordenadas de los predios con el equipo GPS submétrico y el equipo dron, dando como resultado que para la ejecución del subproceso de levantamiento catastral de un predio empleando el GPS submétrico, se necesitan 286 horas, mientras que con el dron se requieren 189 horas, por lo que se concluye que el equipo dron es el más eficaz en cuestión de reducción de tiempos de trabajo.(Caldas Matta et al., 2022)

En el estudio “Herramientas virtuales (BIM) para el diseño y modelado de obras de infraestructura vial - paso a desnivel “tiene como uno de los objetivos realizar una comparación de resultados de precisión de coordenadas entre los diferentes tipos de información estableciendo puntos de control base para luego trabajar con la fotogrametría empleando Drones y el levantamiento por estación total, teniendo información básica evaluó el perfil longitudinal de la vía, teniendo las dos superficies del Dron y Estación total, tomando como base el levantamiento tradicional con estación total, concluyendo que la fotogrametría con Dron facilita el levantamiento topográfico.(Fernández, 2019)



### **2.1.3. Locales**

El presente estudio lleva por nombre: “Análisis comparativo en la precisión y costos de los planos catastrales obtenidos con Dron, Estación Total y sistema de posicionamiento global del centro poblado Uros Chulluni de Puno”, El objetivo de la tesis fue realizar la comparación de precisión y costos de los planos catastrales obtenidos con dron y estación total con respecto al sistema de posicionamiento global en el centro poblado Uros Chulluni de Puno. Para esto se establecieron 02 puntos de control geodésicos, seguidamente se realizó el levantamiento catastral con cada uno de los equipos. Los resultados nos dan a conocer que el equipo con mayor precisión es la estación total y el equipo con menor costo de inversión de trabajo es el dron.(Duran & Estrella, 2022)

La investigación titulada: “Evaluación de precisión en un levantamiento catastral rural con equipo GNSS Submétrico y vehículo aéreo no tripulado Dron en el distrito de Atuncolla, provincia Puno”. Tiene como objetivo general comparar la diferencia de precisión de áreas obtenidos con los métodos de medición GNSS Submétrico y DRON, así también dar a conocer la rapidez de los equipos y las tolerancias catastrales, para esto establecieron dos puntos de control, también hicieron uso de la estación total para la toma de datos de campo, concluyendo que el equipo con mayor rapidez es el dron cumpliendo las tolerancias catastrales. (Huanca, 2022)

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

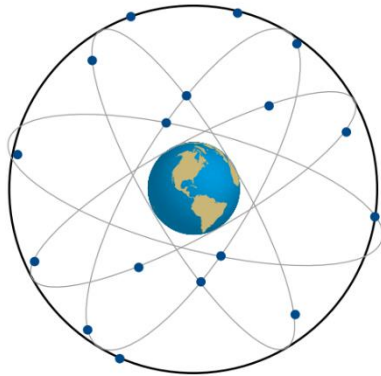
### **2.2.1. Sistema de Posicionamiento Global**

EL GPS (Global Positioning System), es un sistema de navegación creado por el departamento de defensa de los Estados Unidos, el cual se basa en un

conjunto de satélites que giran en orbitas respecto a la Tierra, con el objetivo de determinar la posición de un punto en cualquier parte de nuestro planeta, gracias a la presencia de un receptor. (Dueñas, 2019)

### **Figura 1**

*Sistema GPS de satélites.*

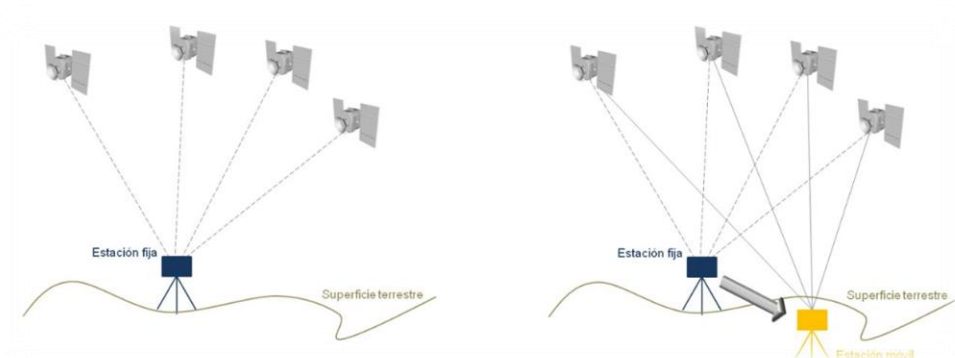


Nota: Conjunto de satélites que giran en orbitas respecto a la tierra (Dueñas, 2019).

Los GNSS (Global Navigation Satellite System), es el sistema de posicionamiento satelital (SatNav), que presentan los más altos niveles de cobertura espacial. Este tipo de sistema permite determinar la localización precisa de un elemento concreto, además de aportar información de navegación para plataformas móviles tales como aeronaves, barcos y automóviles en cualquier lugar de la superficie terrestre o del espacio. (Someras & Cortezón, 2000).

## Figura 2

*Tipos de posicionamiento en función al sistema de referencia*



Nota: posicionamiento absoluto y relativo (Someras & Cortezón, 2000).

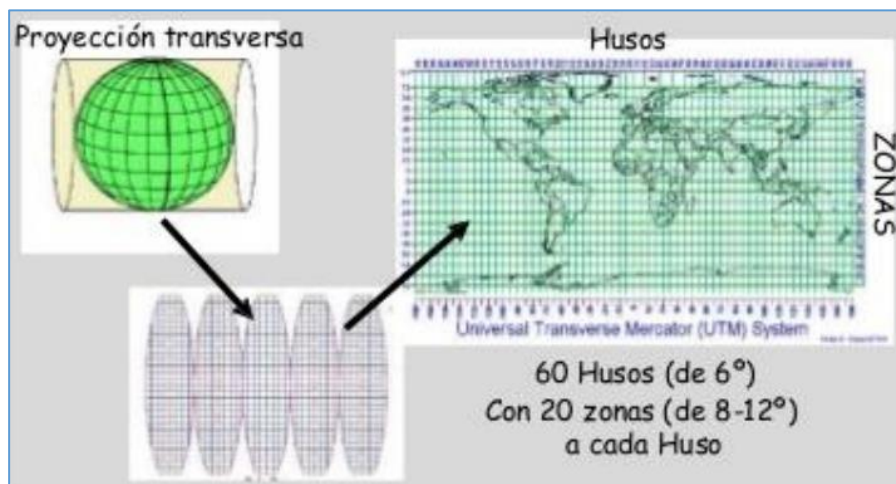
### 2.2.2. Sistema de Coordenadas UTM

El sistema de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) es un sistema de proyección cartográfico, basado en cuadrículas con el cual se pueden referenciar puntos sobre la superficie terrestre. (Ibañez-Asensio et al., 2011).

Fue creado por el ejército de los E.E.U.U. en 1947 y está basado en un modelo elipsoidal de la Tierra (el elipsoide Internacional de referencia de Hayford); usado normalmente desde su aparición no obstante hoy en día está siendo sustituido por el Elipsoide WGS84 para hacer este sistema compatible con el sistema de posicionamiento global (GPS). Su unidad de medida básica es el metro (Ibañez-Asensio et al., 2011).

### Figura 3

#### *Proyección Universal Transverse Mercator (UTM)*



Nota: Sistema de coordenadas UTM(Ibañez-Asensio et al., 2011)

### 2.2.3. Red Geodésica Nacional

La red geodésica geocéntrica nacional está conformada por las estaciones de monitoreo continuo y los hitos o señales de orden "O", "A", "B" y "C", distribuidos dentro del ámbito territorial nacional, los mismos que constituyen bienes del estado.

#### 2.2.3.1. Clasificación de los puntos geodésicos

Todos los trabajos de georreferenciación estarán referidos a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN). Los puntos geodésicos en el territorio nacional se clasifican en:

- Punto Geodésico Orden "0": Este orden es considerado a nivel continental, y están destinados para estudios sobre deformación regional y global de la corteza terrestre, de sus efectos geodinámicos y trabajos en los que se requiera una precisión a un



nivel máximo de 4.00 mm; estos puntos servirán para la densificación de la Red Geodésica Nacional.

- Punto Geodésico Orden “A”: Este orden debe aplicarse para aquellos trabajos encaminados a establecer el sistema geodésico de referencia continental básico, a levantamientos sobre estudios de deformación local de la corteza terrestre y trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 6.00 mm.
- Punto Geodésico Orden “B”: Este orden se destina a levantamientos de densificación del sistema geodésico de referencia nacional, conectados necesariamente a la red básica; trabajos de ingeniería de alta precisión, así como de geodinámica y trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 8.00 mm. Los trabajos que se hagan dentro de esta clasificación deben integrarse a la red geodésica básica nacional y ajustarse junto con ella.
- Punto Geodésico Orden “C”: Este orden debe destinarse al establecimiento de control suplementario en áreas urbanas y rurales, al apoyo para el desarrollo de proyectos básicos de ingeniería y de desarrollo urbano-rural, así como a trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 10.00 mm.
- Puntos de apoyo (PFCH): Estos son puntos geodésicos característicos de los puntos geodésicos de orden “C”, no son monumentados y se destinarán a los puntos de fotocontrol de trabajos básicos de ingeniería en áreas urbanas, rurales y de

desarrollo urbano – rural, el nivel de precisión de estos puntos no será mayores a 10.00 mm.

**Figura 4**

*Clasificación de puntos geodésicos*

Número mínimo de estaciones de control de la Red Geodésica Horizontal que se deben enlazar:	0	A	B	ENLACE	
<b>0</b>	8			RED	
<b>A</b>	3	3		RED	
<b>B</b>	3	3	3	RED	
<b>C</b>	1	1	1	LÍNEA BASE	
<b>APOYO (PFCH)</b>	1	1	1	LÍNEA BASE	

Separación de las estaciones	0	A	B	C	APOYO (PFCH)
Separación máxima (km) entre estaciones bases dentro del área del proyecto.	4000	1000	500		
Separación máxima (km) entre estaciones bases y el punto a establecer	3500	500	250	100	100

Nota: Parámetros para el establecimiento de puntos de control geodésico (Instituto Geográfico Nacional, 2015)

#### 2.2.4. Fases de un trabajo GNSS

Todo levantamiento geodésico deberá ejecutarse siguiendo una secuencia operativa que en el orden indicado contemple las siguientes etapas:

- **Planeamiento:** El planeamiento está ligado al estudio de pre – evaluación.
- **Reconocimiento:** Se reconoce los sitios seleccionados a fin de conocer detalles que pudieran no aparecer en la cartografía existente.
- **Monumentación:** Estará de acuerdo a la topografía del lugar de trabajo.
- **Trabajos de campo:** Según la naturaleza del trabajo a desarrollar, se establecerán los requisitos en cuanto a condiciones de observación que



debe presentar un punto geodésico, así como las características particulares de su naturaleza.

- Cálculos de gabinete: Los cálculos de gabinete estarán constituidos por todas aquellas operaciones que, en forma ordenada y sistemática, calculen las correcciones y reducciones a las cantidades observadas y determinar los parámetros de interés mediante el empleo de criterios y fórmulas apropiadas que garanticen la exactitud requerida.
- Formulación de la memoria descriptiva: contendrá los siguientes parámetros antecedentes, ubicación, accesibilidad, clima y vegetación, fisiografía y topografía, descripción del proyecto y anexos.

#### **2.2.5. Georreferenciación**

La georreferenciación consiste en la identificación de todos los puntos del espacio (aéreos, marítimos, fluviales o terrestres; naturales o culturales), mediante coordenadas referidas a un único sistema mundial.(Brunini et al., 2019)

La georreferenciación o rectificación es un proceso que permite determinar la posición de un elemento en un sistema de coordenadas espaciales diferente al que se encuentra. Existen por tanto dos sistemas de coordenadas: el sistema de origen y el sistema de destino. Este proceso es determinado con una relación de posiciones entre elementos espaciales en ambos sistemas, de manera que, conociendo la posición en uno de los sistemas de coordenadas es posible obtener la posición homóloga en el otro sistema. La georreferenciación se utiliza frecuentemente en los sistemas de información geográfica (SIG) para relacionar información vectorial e imágenes raster de las que se desconoce la proyección



cartográfica, el sistema geodésico de referencia, o las distorsiones geométricas que afectan a la posición de los datos.(Davila, 2012)

### **2.2.6. Receptor GNSS South Galaxy G3**

Galaxy G3 es un equipo de la plataforma SOUTH SoC, la mayoría de los componentes del G3 (módulo GNSS, Wi-Fi, Bluetooth, etc.) están integrados en una placa de circuito. El Galaxy G3 tiene un menor consumo de energía y mejora de manera eficiente la capacidad de recibir señales de satélites de mayor calidad. Impulsado por la nueva placa SoC GNSS, la antena satelital de sensibilidad de nueva generación, la nueva plataforma ROS y el motor GNSS RTK, G3 puede rastrear completamente GPS, GLONASS, BDS, GALILEO y QZSS para obtener un posicionamiento de nivel centimétrico en pocos segundos. Ahora G3 es compatible con las correcciones BDS-PPP de banda L BeiDou-3 B2b para obtener servicios de posicionamiento de nivel centimétrico en tiempo real. Gracias a la nueva función "Fixed-keep", ahora es posible que G3 mantenga una precisión de nivel centimétrico durante unos minutos cuando faltan las correcciones RTK.(Banda-l et al., n.d.)

Galaxy G3 está integrado con Unidad de Medición Inercial (IMU) de última generación. Destacado con característica antimagnéticas, puede iniciar la compensación de inclinación en cualquier lugar. Sacudir para inicializar el sensor IMU, no es necesario calibrar. Velocidad de salida de datos IMU d lo que aumenta la velocidad del trabajo de campo.(Banda-l et al., n.d.)

### **2.2.7. GNSS Mobile Mapper 60**

Es un equipo para la recolección de datos GNSS mediante smartphone más rápida, sencilla y clara. El robusto MobileMapper 60, ofrece una durabilidad,



eficiencia y precisión superiores para la recogida de datos portátil profesional. El smartphone y receptor GNSS todo en uno MobileMapper 60, ofrece lo último en precisión y comodidad para la recogida de datos geoespaciales portátil. Su diseño delgado, ligero y resistente, con correa de mano, presenta una gran pantalla de alta resolución que facilita la visualización y la manipulación de datos. Cuenta con la última versión de Android 8.0 y con un rápido procesador de 2,2 GHz, 4 GB de memoria, 64 GB de almacenamiento y una batería que dura toda la jornada, para poder gestionar grandes conjuntos de datos de forma rápida y sencilla. MobileMapper 60, con Bluetooth, 4G LTE, y capacidad Wi-Fi, resulta perfecto para una gran variedad de tareas, incluidos trabajos catastrales, topográficos, de levantamiento, forestales, de infraestructuras y mucho más. (Datos, n.d.)

#### **2.2.8. Fotogrametría**

La fotogrametría es la técnica mediante la cual se pueden medir objetos a partir de fotografías; esta técnica permite elaborar mapas utilizando aerofotografías tomadas desde un avión. (Leonardo & Priesseng, n.d.).

Fotogrametría es la ciencia por medio de la cual, a partir de fotografías del terreno, se consigue deducir su planta y su alzado, llegando a formar un plano topográfico del mismo. Estas fotografías pueden tomarse desde tierra o desde el aire, dando lugar a la división en dos grandes ramas de la fotogrametría: terrestre y aérea. (De, n.d.)

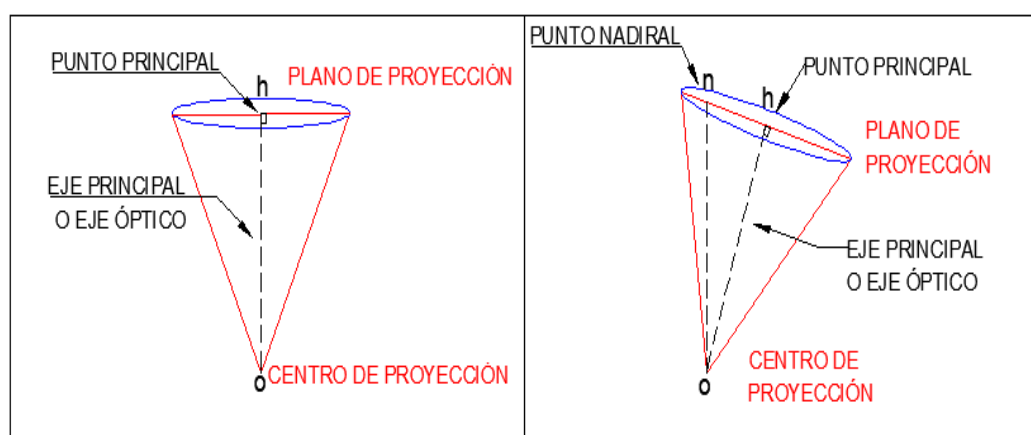
Fotogrametría es la ciencia de realizar mediciones e interpretaciones confiables por medio de las fotografías, para de esa manera obtener características métricas y geométricas (dimensión, forma y posición), del objeto fotografiado. (Orellana Ramírez, 2021)

### 2.2.9. Aspectos geométricos de la fotografía aérea

- Distancia focal: es la distancia medida desde el plano nodal posterior hasta el plano focal. Se denota con la letra “f”.
- Distancia principal: es la distancia comprendida entre el centro de proyección “O” y el plano del negativo, medido sobre el eje principal. Se denota con la letra “C”.
- Punto principal: es el punto determinado por la proyección ortogonal del centro de proyección sobre el plano del negativo. Se denota con la letra h.
- Punto nadiral: es el punto de intersección de la vertical que pasa por el centro de proyección con el plano del negativo. Se denota con la letra “n”.
- Eje Principal o eje óptico: línea formada por la alineación del punto principal y centro de proyección.

**Figura 5**

*Aspectos geométricos de una fotografía aérea*



Nota: Cada letra refleja un aspecto(Orellana Ramírez, 2021)

### 2.2.10. Vehículos Aéreos no Tripulados (VANT)

Los Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT), son la más reciente innovación que se une a los vehículos aéreos convencionales y a los satélites en la recopilación de datos de percepción remota. Los VANT reciben una serie de denominaciones, se les puede conocer también como:

**Figura 6**

*Denominaciones de dron*

DRONES	Abejas, Abejorros
RPA	Remotely Piloted Aircraft System o Sistema de Aeronaves Pilotados Remotamente.
UA	Unmanned Aircraft o Avión No Tripulado.
UAV	Unmanned Aerial Vehicle o Vehículo Aéreo No Tripulado.
UAS	Unmanned Aircraft System o Sistema Aéreo No Tripulado.
SUAV	Small Unmanned Air Vehicle o Pequeño Vehículo Aéreo No Tripulado.

Nota: Vehículos aéreos no tripulados(VANT), (Instituto Geográfico Nacional del Perú, 2015).

La tecnología VANT equipada con tecnologías especializadas de visión artificial y teledetección, lo convierte en un sistema avanzado para tomas aéreas; por tal razón, los VANT son considerados como herramientas de gran potencial para los levantamientos fotogramétricos digitales que permitirán atender los requerimientos de información geoespacial para una amplia gama de aplicaciones. Como sabemos, los levantamientos fotogramétricos digitales facilitan la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales de Elevación (MDE), con alta



resolución espacial y exactitud posicional.(Instituto Geográfico Nacional del Perú, 2015)

### 2.2.10.1. Tipos de Vant

La principal clasificación es respecto a su construcción estos son:

- **Ala Fija:** Los sistemas UAV de ala fija son más adecuados para trabajos en los que se pretenden cubrir áreas más extensas, dada su mayor autonomía derivada de su diseño aerodinámico que les proporciona mayor eficiencia y velocidad de vuelo. Este hecho les hace más indicado para trabajos de cartografía y teledetección.(Dávalos Gonzales, 2004)
- **Multi Rotor:** Son aquellos que cuentan con más de dos motores o rotores. Cuando tienen cuatro se llaman cuadricópteros, seis hexacóptero y ocho octocóptero. La gran ventaja de los multi rotores es su capacidad de quedar suspendido en el aire. Y su principal desventaja, es la poca autonomía de vuelo por cada batería.(Orellana Ramírez, 2021)

## Figura 7

### *Dron Multi rotor y ala fija*



Nota: Multirotor y ala fija en la producción de imágenes de alta resolución(Syariah & Ilmu, n.d.)

### 2.2.11. DJI Drone Phantom 4 Pro

Es una cámara aérea extremadamente inteligente con un sistema de detección de obstáculos en 5 direcciones formado por sensores de visión y de infrarrojos que le permite esquivar obstáculos de manera inteligente durante el vuelo. Su cámara ofrece una calidad de imagen sin precedentes en un Phantom, para capturar fotos y videos de mayor claridad y resolución y menos ruido.(DJI, 2017)

### 2.2.12. Plan de Vuelo

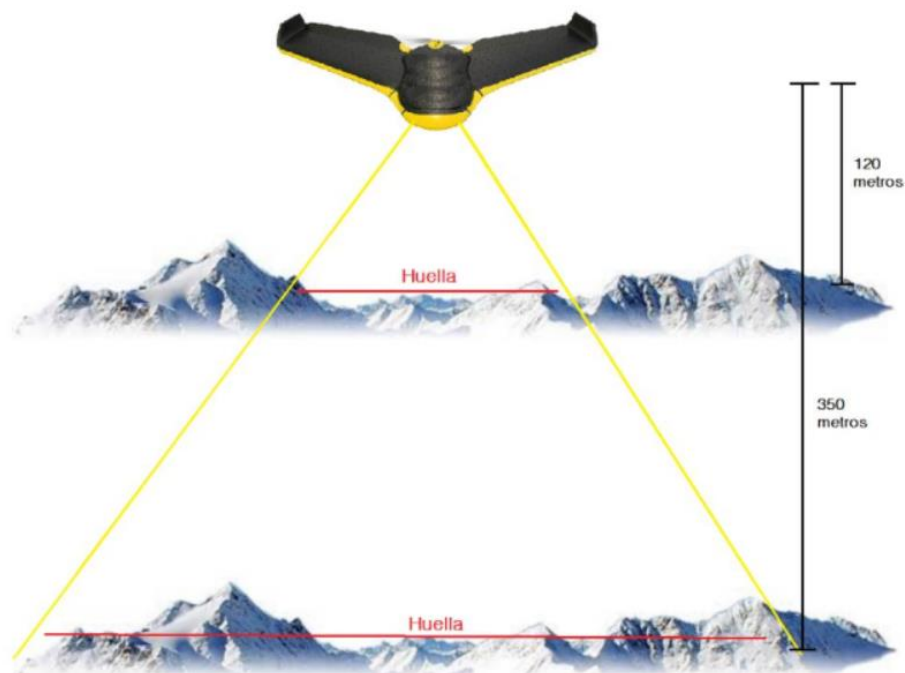
El diseño del vuelo se hace en función de la resolución o de la escala que se pretenda obtener, del tipo de terreno, su ubicación, sus detalles, la extensión a relevar y condiciones meteorológicas imperantes, fundamentalmente la velocidad del viento.(Ferreira & Aira, n.d.).

### 2.2.13. Altura De Vuelo

Es un factor determinante a la hora de planificar el vuelo de VANT, ya que su relación con el tiempo de vuelo y el valor GSD son inversamente proporcionales. Quiere decir que a mayor altitud de vuelo, la calidad y el tiempo de vuelo se reducirán y viceversa si la altitud de vuelo es menor, la calidad sería mejor y tiempo de vuelo mayor.(Dávalos Gonzales, 2004).

#### Figura 8

*Altura de vuelo*



Nota: Altura de vuelo en relación a la huella fotográfica

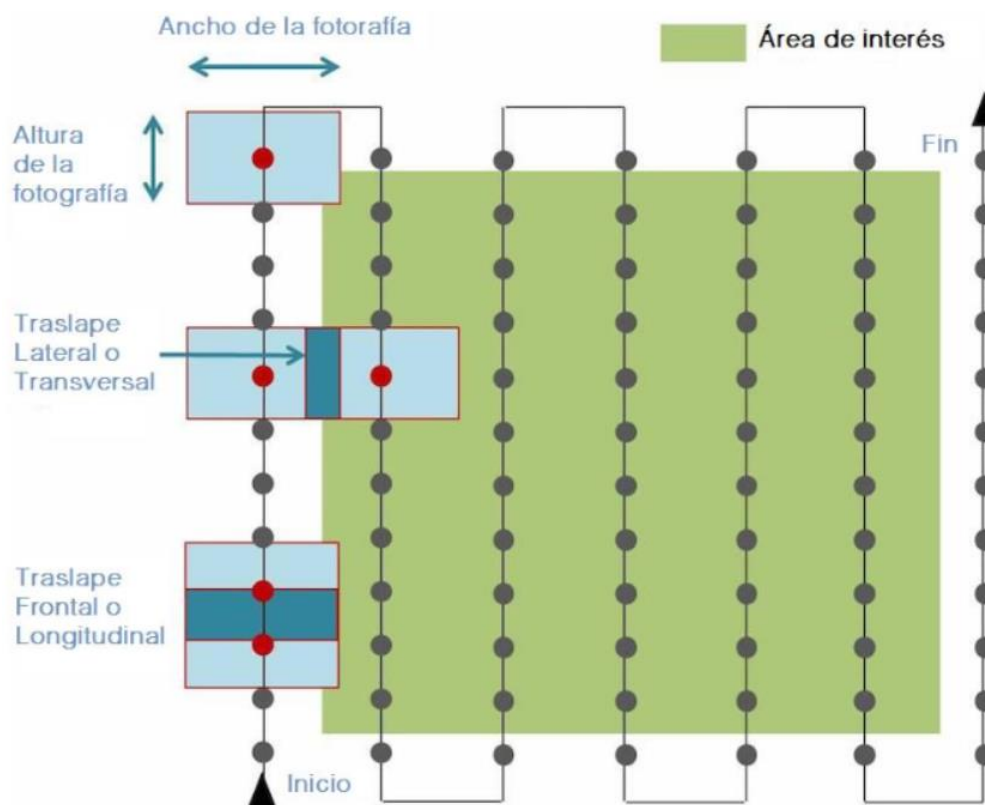
### 2.2.14. Traslape

El algoritmo de los programas informáticos utilizados para el procesamiento inicial de las fotografías tomadas por el VANT, es el encargado de realizar el emparejamiento de los puntos comunes entre las imágenes.(Dávalos Gonzales, 2004)

Esta correlación y emparejamiento no sería posible, si las imágenes capturadas no tienen una superposición tanto frontal como lateral, también denominadas “Traslape longitudinal” y “Traslape transversal”. Es decir que las fotografías están sobre puestas una a otra en un determinado porcentaje.(Dávalos Gonzales, 2004).

**Figura 9**

*Traslape*



Nota: Formas de traslape(Dávalos Gonzales, 2004).

### 2.2.15. Elementos y características de la red vial

Son las principales variables de la vía que sirven para determinar el estado situacional del camino vecinal o rural y conocer el estado de transitabilidad requerido. Estas elementos son:(Manual IV - Parte IV.Pdf, n.d.)

- Código de la carretera o camino



- Punto de inicio
- Longitud del camino, estimado de la métrica en kilómetros
- Ancho de la plataforma
- Tipo de superficie de rodadura
- Estado de transitabilidad del camino.
- Clasificación de orografía
- Tipo de señalización
- Tipo de puentes
- Cunetas, alcantarillas y badenes.
- Ciudad o centro poblado.
- Localización de puntos notables (centros educativos, centros de salud, turísticos o de interés local, intersecciones y desvíos, canteras
- Localización de puntos críticos (fallas geológicas, geotécnicas, hidrológicas seguridad vial u otros)
- Punto final.

## 2.3. MARCO CONCEPTUAL

### 2.3.1. Precisión

Precisión se define como la proximidad entre las indicaciones o valores medidos de un mismo mensurando, obtenidos en mediciones repetidas, bajo condiciones definidas. La precisión, se suele expresar numéricamente en términos de dispersión, como son la varianza o la desviación típica. A menor dispersión, menor desviación típica, y por tanto, mayor precisión.(ENGIN, 2009)



### **2.3.2. Tiempo**

Magnitud física que permite ordenar la secuencia de los sucesos, estableciendo un pasado, un presente y un futuro, y cuya unidad en el sistema internacional es el segundo.

### **2.3.3. Costo**

Los costos representan erogaciones y cargos asociados clara y directamente con la adquisición o la producción de los bienes o la prestación de los servicios, de los cuales un ente económico obtendrá sus ingresos.(Asiva Noor Rachmayani, 2015)

Es el costo de un bien, que constituye el conjunto de esfuerzos y recursos invertidos con el fin de producir algo útil; la inversión está representada en: tiempo, esfuerzo o sacrificio y recursos o capitales. La producción de un bien requiere un conjunto de factores integrales que son: cierta clase de materiales, un número de horas de trabajo-hombre, remunerables, maquinaria, herramientas, etc. y un lugar adecuado en la cual se lleve a cabo la producción. Estos factores pueden ser físicos o de otra naturaleza, pero su denominador común será en dinero, que intervienen en la producción.(Quispe, 2012)

### **2.3.4. Cartografía**

Es la ciencia de representar en forma convencional la superficie terrestre sobre un plano, utilizando un sistema de proyección y una relación de proporcionalidad (escala) entre el terreno y el mapa.(SERGIO J., 2014).



### 2.3.2. Geodesia

Es la ciencia que se encarga de estudiar la forma y dimensiones de la superficie terrestre, incluyendo el campo gravitatorio exterior a la Tierra, así como la superficie del fondo del océano y sus variaciones temporales. Los resultados obtenidos en virtud a la geodesia, sirven de base para la Geomática, incluso para misiones militares y programas espaciales. (Mendoza, 2020).

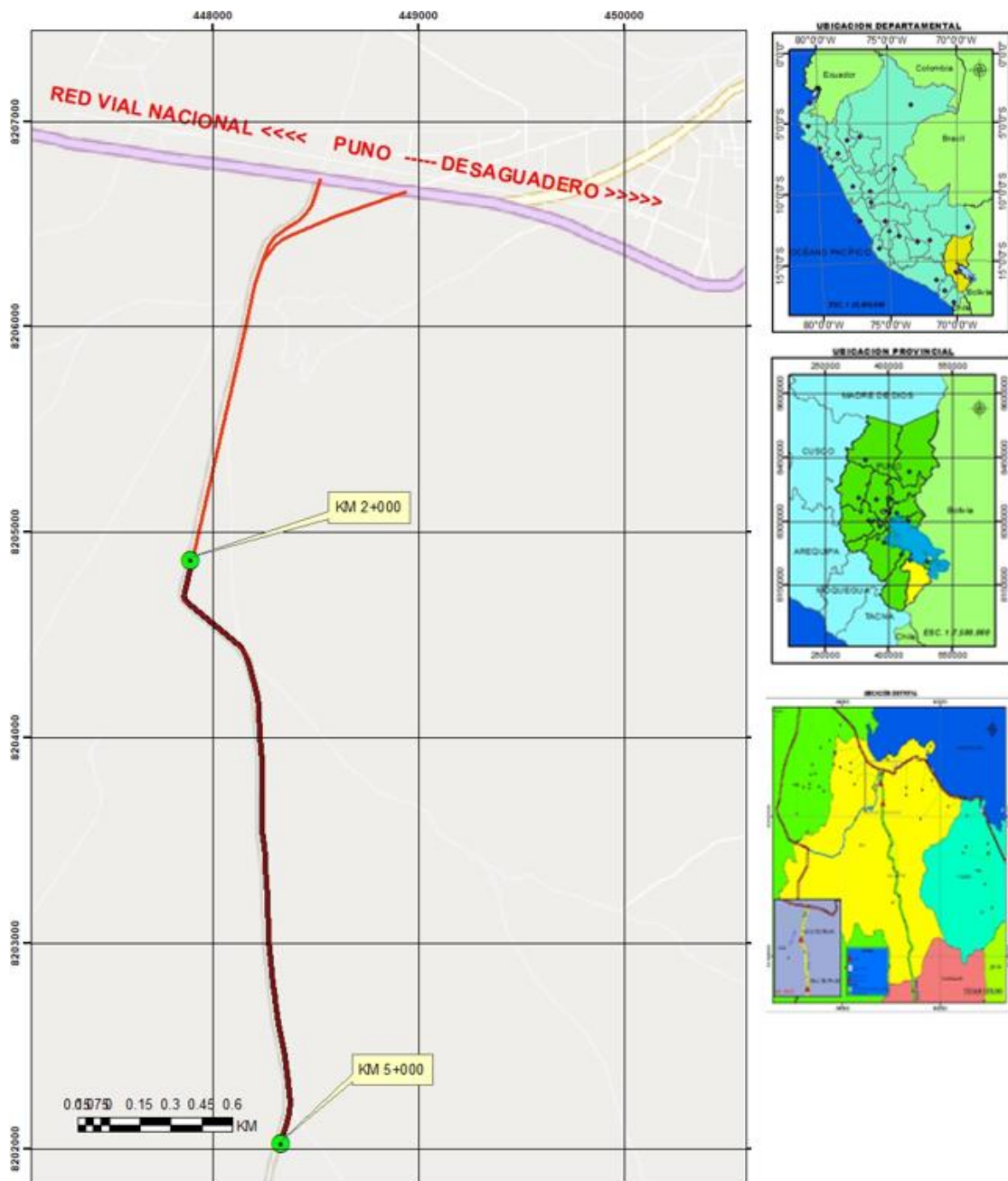
## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Figura 10

Zona de estudio



Nota: Plano de ubicación del tramo KM 2+000 – KM 5+000 de la carretera Palermo – Lacalaca.



### 3.1.1. Ubicación Política

El estudio de intervención se ubica en la carretera Palermo - Lacalaca KM 2+000 hasta el KM 5+000:

- Departamento : Puno
- Provincia : Chucuito
- Distrito : Juli
- Trayectoria : PU-129

### 3.1.2. Ubicación Del Ámbito De Estudio

#### 3.1.2.1. Ubicación UTM – WGS 84

**Tabla 1**

*Ubicación UTM de inicio del tramo*

INICIO DEL TRAMO		
NORTE	ESTE	ZONA
8204863.236 m	447891.697 m	19 K

Nota: Inicio del tramo KM. 02+000 carretera Palermo - Lacalaca.

**Tabla 2**

*Ubicación UTM de fin del tramo*

FIN DEL TRAMO		
NORTE	ESTE	ZONA
8200029.748 m	448328.647 m	19 K

Nota: Fin del tramo KM. 05+000 carretera Palermo - Lacalaca.

### 3.1.3. Vía de acceso

**Tabla 3**

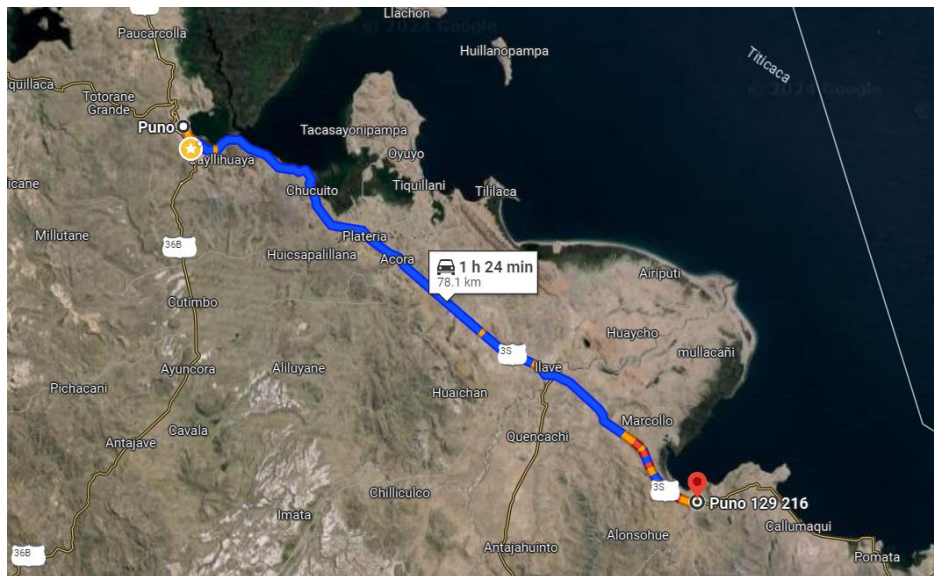
*Vías de acceso*

VIA DE ACCESO A LA ZONA DE ESTUDIO			
TRAMO	TIPO DE CARRETERA	DISTANCIA (Km)	TIEMPO DE RECORRIDO
Puno - Juli	asfaltado	78.1	1h. 24min
Juli - Dv. Palermo Lacalaca	asfaltado	2.0	5 min

Nota: Características de las vías de acceso a la zona de estudio.

**Figura 11**

*Vía de acceso Puno- Juli*



Nota: Vía de acceso a la zona de estudio (Google Maps).

## 3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

### 3.2.1. Materiales para la monumentación de PCG

- Placa de Bronce
- Cemento



- Agregado fino y grueso
- Varillas de acero corrugado (1/2)
- Molde
- Pintura
- Pala
- Pico

### **3.2.2. Equipos y materiales en gabinete**

- Libreta de campo
- Papel bond
- Folder
- Calculadora
- Impresora
- Disco duro externo 1 TB
- Memoria USB de 64 GB
- Lapiceros
- Lápiz
- Corrector

### **3.2.3. Instrumentos**

- Flexómetro
- wincha metálica

### **3.2.4. Equipos y herramientas**

- DJI Drone Phantom 4 pro
- Receptor GNSS South Galaxy G3



- GNSS MOBILE MAPPER 60
- Vehículo

### **3.2.5. Softwares**

- Microsoft office
- Trimble business center TBC
- Google Earth pro
- Agisoft Metashape
- ArcGIS 10.5
- Autocad Civil 3D 2024
- IBM SPSS Statistics

## **3.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.3.1. Diseño de investigación**

El diseño de investigación es no experimental, porque no hubo manipulación de datos recolectados; de forma transversal debido a que los datos fueron tomados en un determinado tiempo en el área de estudio que vendría a ser la carretera Palermo – Lacalaca.

### **3.3.2. Tipo de investigación**

El presente trabajo de investigación corresponde al tipo de investigación aplicada, ya que tiene un propósito aplicativo práctico en el manejo de datos en el sistema vial.



### 3.3.3. Nivel de investigación

La investigación es de nivel explicativo - causal, ya que se explica las diferencias de aspectos técnico económico de cada equipo utilizado en la toma de datos.

### 3.3.4. Enfoque de investigación

La investigación es de enfoque cuantitativo, debido a que hubo datos numéricos recolectados en campo, los cuales se procesaron para probar la hipótesis.

### 3.3.5. Población

En la presente investigación la población de estudio es la carretera Palermo – Lacalaca.

### 3.3.6. Muestra

La muestra de estudio es desde el KM 2+000 hasta el KM 5+000 de dicha carretera.

### 3.3.7. Variables de Investigación

- **Variable dependiente** : Elementos viales georreferenciados en la carretera Palermo - Lacalaca
- **Variable independiente** : Datos obtenidos de Fotogrametría con DRON y GNSS MOBILE MAPPER 60.

### 3.4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

#### 3.4.1. Información preliminar

Recopilación de la información vial para identificar la trayectoria de la carretera se utilizó el diagrama vial de la Provincia de Chucuito.

También se realizó el análisis y evaluación de la carretera a inventariar con soporte cartográfico digital.

#### 3.4.2. Reconocimiento de campo

Para el reconocimiento de campo se tuvo que ir en horas de la mañana para poder ubicar en campo el punto de inicio, recorrer la trayectoria de la carretera, ubicar puntos de control, puntos notables y punto final, así se pueda finalizar el recorrido en un solo día.

#### Figura 12

*Reconocimiento de campo*



Nota: reconocimiento de campo ruta PU-129 Palermo - Lacalaca km 2+000 a km 5+000.

### 3.4.3. Colocación de puntos de control geodésico de orden "C".

El equipo utilizado para este procedimiento fue un Receptor geodésico marca GALAXY SOUTH modelo G3 IMU con el cual se colocaron dos (02) puntos geodésicos PC - 01 y PC - 02.

La finalidad del posicionamiento GNSS de los 02(dos) puntos geodésicos es la de obtener una línea base geodésica, misma que servirá de soporte para la obtención de una línea base topográfica de manera tal que se genere la estructura topográfica adecuada para el levantamiento y control topográfico del proyecto.

#### Figura 13

*Imagen de los equipos utilizados*



Nota: Imagen frontal y posterior de la antena GALAXY SOUTH modelo G3, que visualice sus detalles.

- Monumentación de puntos geodésicos de orden C: Para la monumentación de puntos geodésicos de orden "C" se utilizó la norma técnica geodésica "Especificaciones técnicas para posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del sistema satelital de navegación global". Primero fue necesario ubicar en un lugar adecuado los dos puntos geodésicos. Segundo se procedió a realizar la excavación

manual para la cimentación del punto considerando las dimensiones de 40 cm. x 40cm. y 60cm. de profundidad. Tercero se realizó el diseño de mezcla de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . y colocado de acero de refuerzo de  $\frac{1}{2}$ ' y seguidamente se procedió con el vaciado. Cuarto incrustación de la placa de bronce grabada con los parámetros establecidos en la norma técnica geodésica para el posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del sistema satelital de navegación global (GNSS).

### Figura 14

#### *Monumentación de Puntos de control geodésico*



Nota: Establecimiento de puntos de control geodésico de orden "C", con descripción PC-01 y PC-02.

- Posicionamiento GNSS de puntos geodésicos de orden "C": Los dos puntos geodésicos de orden "C" con códigos PC – 01 y PC – 02 fueron constituidos por una línea base geodésica mediante receptores GNSS de doble frecuencia teniendo como base el punto geodésico de orden "O" correspondiente a la estación de rastreo permanente "ERP" de Yunguyo de código PU03 administrado por el Instituto Geográfico Nacional del Perú y teniendo como ROVER a los dos receptores GNSS South Galaxy

G3 cuya función fue la de registrar datos Satelitales en su data nativa, dichos datos se tomaron el día 15 de abril del 2023.

### Figura 15

*Posicionamiento GNSS de PC - 02 de orden "C".*



Nota: Posicionamiento GNSS de PC-02 de orden "C" para obtener una línea base geodésica.

### Tabla 4

*Tiempo de establecimiento de PC-01 y PC-02.*

FECHA	CÓDIGO	HORA DE INICIO	HORA FINAL	DURACIÓN
15-abril-23	PC - 01	09:18:09	15:14:40	05h 56min 32s
15-abril-23	PC - 02	10:08:17	15:04:04	04h 55min 48s

Nota: Tiempo de establecimiento de puntos de control geodésicos de orden "C".

**Tabla 5**

*Consideraciones técnicas de PC "01"*

CÓDIGO:	PC - 01
MÉTODO DE POSICIONAMIENTO:	ESTÁTICO-DIFERENCIAL
ESTACIÓN BASE:	PU03 (YUNGUYO)
INTERVALO DE GRABACIÓN:	5 Seg.
MÁSCARA DE ELEVACIÓN:	10.0 grados
DATUM HORIZONTAL:	WGS 84
TIEMPO DE REGISTRO DE DATOS:	05h 56min 32s HORAS



Nota: Punto establecido entre los Km 2+000 – Km 3+000.

**Tabla 6**

*Consideraciones técnicas de PC "02"*

CÓDIGO:	PC - 02
MÉTODO DE POSICIONAMIENTO:	ESTÁTICO-DIFERENCIAL
ESTACIÓN BASE:	PU03 (YUNGUYO)
INTERVALO DE GRABACIÓN:	5 Seg.
MÁSCARA DE ELEVACIÓN:	10.0 grados
DATUM HORIZONTAL:	WGS 84
TIEMPO DE REGISTRO DE DATOS:	04h 55min 48s HORAS



Nota: Punto establecido entre los Km 3+000 – Km 4+000.

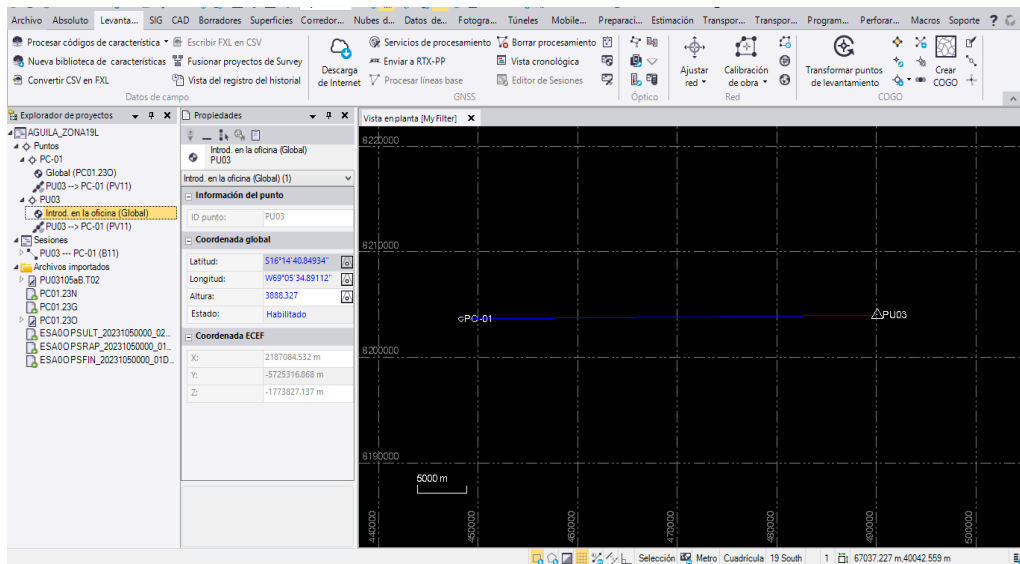


- Esquema o figura de la línea base y/o ajuste de red generado por el software de procesamiento: Para el procesamiento de los datos generalmente es necesario utilizar un programa informático específico, según la marca del GPS Diferencial, aunque cada vez es más frecuente mezclar la información registrada con diferentes receptores, y tratarla con diferentes programas. Los procesos para tratamiento de datos en general constan de los siguientes módulos:
- El procesamiento se realizó en el software Trimble Business Center (TBC) Versión 5.20
  - Configuración del entorno de trabajo: Esta es la etapa inicial del post-proceso, en el cual se creó 02 archivos de trabajo “Procesamiento de PC - 01” y “Procesamiento de PC - 02” luego se procedió a configurar el entorno de trabajo, para cada caso, detallando la zona UTM, el geoide a utilizar, la máscara de elevación, etc.
  - Importación de data del ERP y data de campo, sea en archivo Rinex o nativo: Una vez creado el archivo de trabajo se ha procedido a importar la data nativa de la ERP PU03 y la data Rinex de los puntos geodésicos obtenidos en campo
  - Inserción de alturas de las antenas y receptores GNSS: En esta etapa se ha insertado al software la altura de antena medida en campo para cada punto geodésico

- Descarga e Inserción de las efemérides: Se procedió a descargar las efemérides correspondientes al calendario GPS y al día de registro de data
- Editar las coordenadas del punto de control (datos de la ERP PU03 Yunguyo).
- Procesamiento de líneas base y exportación de los resultados.

**Figura 16**

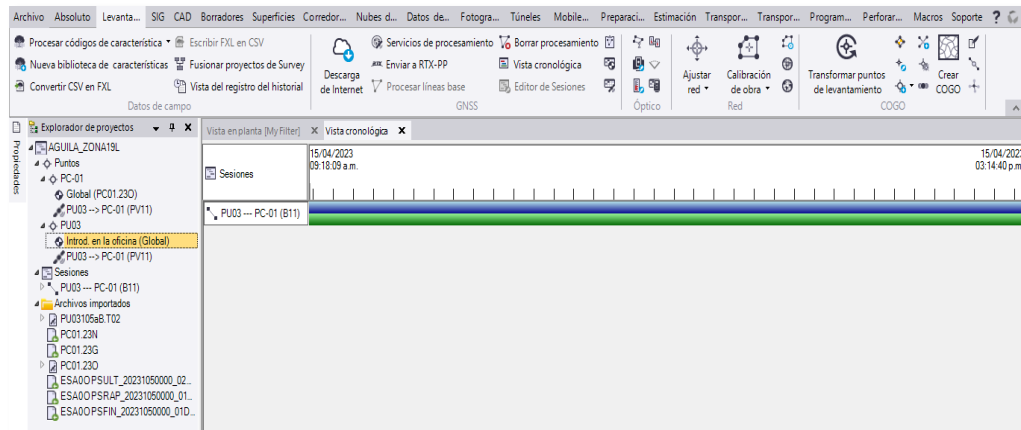
*Procesamiento de PC-01 en software Trimble Business Center (TBC).*



Nota: En la figura se visualiza la línea base PU03 – PC – 01.

**Figura 17**

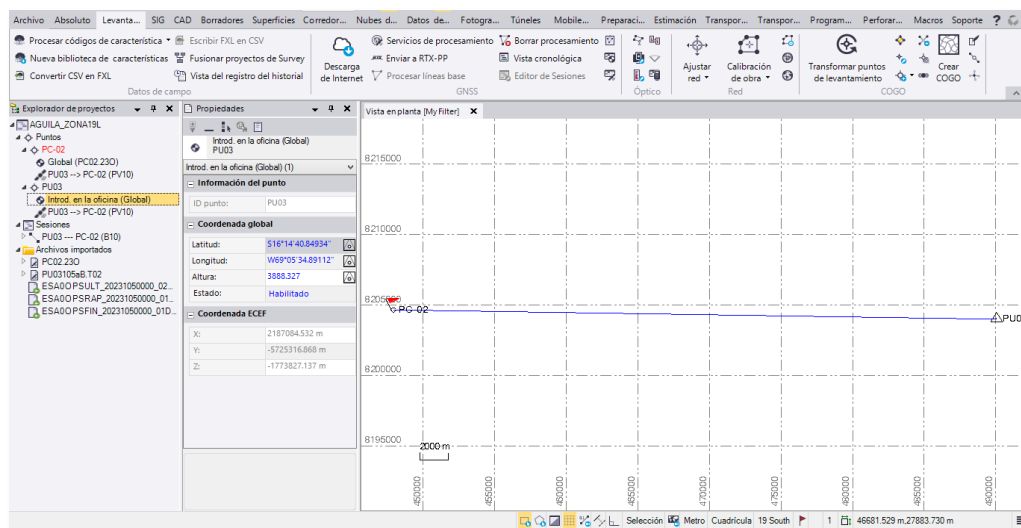
*Visualización de tiempo de ERP y PC - 01.*



Nota: línea de tiempo del Registro de datos de la ERP y PC - 01

**Figura 18**

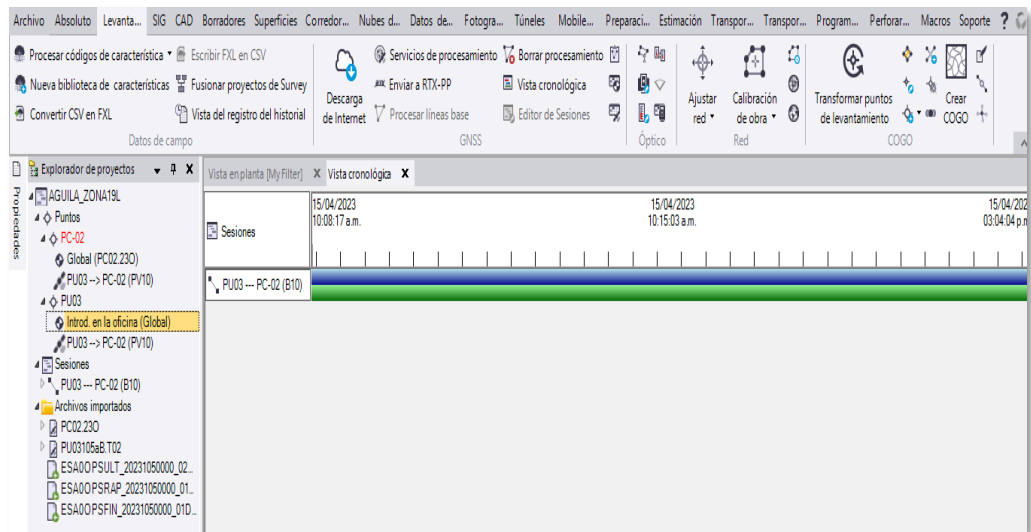
*Procesamiento de PC – 02 en software Trimble Business Center (TBC).*



Nota: En la figura se visualiza la línea base PU03 – PC – 02.

## Figura 19

Visualización de tiempo de ERP y PC - 02.



Nota: línea de tiempo del Registro de datos de la ERP y PC – 02.

## Figura 20

Reporte de procesamiento de línea base

PU03 - PC-01 (09:18:09 a.m.-03:14:40 p.m.) (S12)	
Observación de línea base:	PU03 --- PC-01 (B11)
Procesados:	27/04/2023 05:07:23 a.m.
Tipo de solución:	Fija
Frecuencia utilizada:	Frecuencia doble (L1, L2)
Precisión horizontal:	0.0100 m
Precisión vertical:	0.0477 m
RMS:	0.0336 m
PDOP máximo:	1.848
Efemérides utilizadas:	Preciso/a
Modelo de antena:	NGS Absolute
Hora de inicio de procesamiento:	15/04/2023 09:18:12 a.m. (Local: UTC-5hr)
Hora de detención de procesamiento:	15/04/2023 03:14:37 p.m. (Local: UTC-5hr)
Duración del procesamiento:	05:56:25
Intervalo de procesamiento:	5 segundos

Nota: Reporte de procesamiento de línea base – PU03 – PC - 01



El proceso de colocación de puntos de fotocontrol se utilizó GPS diferencial en modo RTK con un total de ocho (08) puntos de fotocontrol.

#### **3.4.4. Medición en campo con DRON**

Para este proyecto de investigación se utilizó el Dron multirrotor, para la toma de imágenes aéreas se realizaron cuatro pasadas tomando en cuenta el eje de la carretera.

Así mismo en la ejecución del vuelo se verifico la ubicación, clima y estado del equipo a utilizar.

##### Características

- sensor: CMOS de 1 pulgada
- cámara DJI modelo FC330
- Distancia focal: 4mm
- Dimensiones de la fotografía: 4000 x 3000
- Cantidad de motores: 04 motores de la marca DJI Phantom 4 pro
- Altura máxima de servicio sobre el nivel del mar: 6000metros
- Rango de temperatura de funcionamiento: de 0°C a 40°C
- Sistema de posicionamiento por satélite: GPS/GLONASS
- Especificaciones de Precisión:

Vertical:  $\pm 0.1m$  a  $\pm 0.5m$ .

Horizontal:  $\pm 0.3m$  a  $\pm 1.5m$ .

**Figura 21**

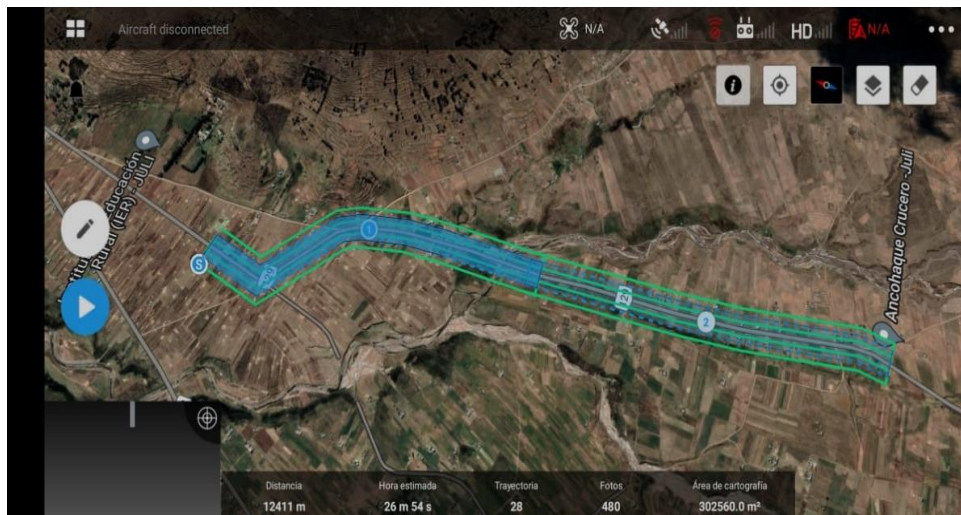
*Parámetros generados en Líneas de vuelos*

Área de interés	302 560.00 m <sup>2</sup>
Líneas de vuelo	04 en dos etapas
Distancia de recorrido	12411 m
Altura de vuelo	80 metros
Traslapo longitudinal	80%
Traslapo lateral	60%
Cantidad de imágenes	480

Nota: Datos considerados en plan de vuelo con el equipo DJI Phantom 4 pro.

**Figura 22**

*Plan de vuelo*



Nota: Plan de vuelo configurado en dos etapas en la aplicación DJI Ground Station pro.

## Figura 23

### *Despegue de Dron*

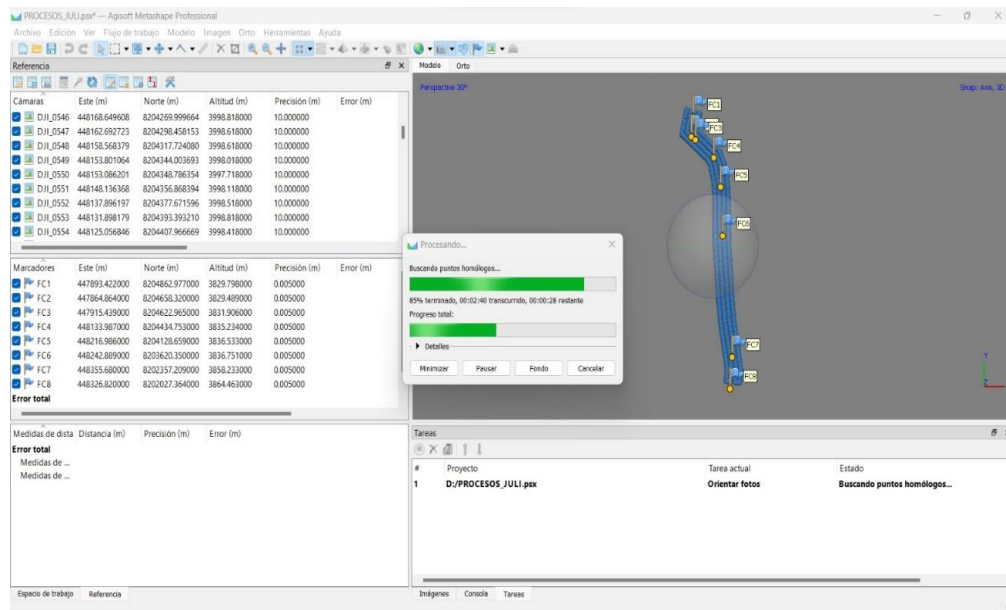


Nota: Despegue de DJI Phantom 4 pro en el punto de inicio de la primera etapa.

- **Procesamiento digital de información:** El procesamiento de datos recopilados en campo, se sistematizó en el software Agisoft Metashape con la debida orientación de fotografías, convirtiendo las coordenadas geográficas a coordenadas UTM WGS 84, después de realizar la orientación de fotografías, se comienza a generar la nube de puntos densa, el modelo digital de elevación y el Ortomosaico digital de alta resolución en formato TIFF y ECW compatible con diferentes softwares.

**Figura 24**

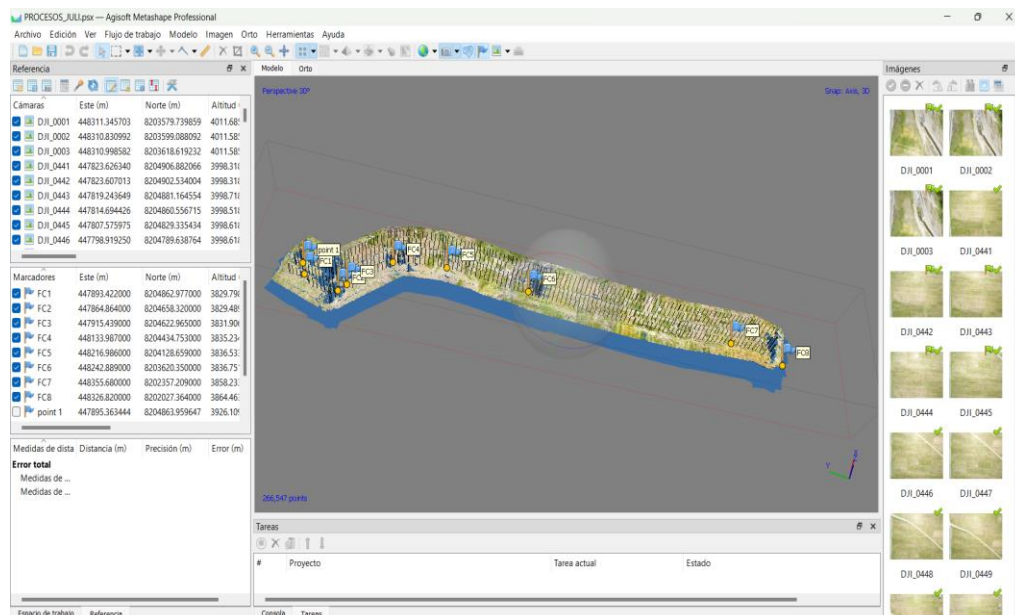
*Procesamiento de imágenes*



Nota: Orientación de imágenes en el software Agisoft Metashape.

**Figura 25**

*Nube de puntos*



Nota: Nube de puntos obtenidos en el software Agisoft Metashape.

**Figura 26**

*Ortomosaico*



Nota: Ortomosaico de puntos notables obtenidos en el programa ARCGIS 10.5.

- **Restitución fotogramétrica:** La Restitución fotogramétrica digital de la zona de estudio se realizó en el programa ARCGIS utilizando los modelos estereoscópicos Aero triangulados por el software Agisoft Metashape.

**Figura 27**

*Restitución fotogramétrica digital*



Nota: Restitución fotogramétrica digital de puntos notables



### 3.4.5. Medición en campo con GNSS MOBILE MAPPER 60 (GPS submétrico)

El equipo empleado es el GNSS MOBILE MAPPER 60 - SPECTRA GEOSPATIAL con sistema operativo Android 8.0, para la recopilación de datos de campo primeramente se realizó la calibración y configuración del equipo MOBILE MAPPER 60, en software Mobile Mapper Field propio de GNSS Mobile Mapper 60, seguido de eso se tomó el punto de inicio del tramo de investigación, las medidas de la longitud de la carretera, georreferenciación de puntos fijos de control y/o puntos notables y por último se registró el final del tramo.

#### Características GNSS

- Antena interna:72 canales
- GPS L1 C/A
- GLONASS L1 C/A
- Galileo E1
- Beidou B1
- SBAS: WAAS/EGNOS/MSAS/GAGAN/QZSS
- Sistema de triple constelación: GPS/GAL o GPS/GLO/GAL o GPS/Beidou/GAL
- Especificaciones de Precisión (RMS horizontal)

SBAS en tiempo real < 1.5m típicos

Posprocesamiento: < 0.8m típicos

## Figura 28

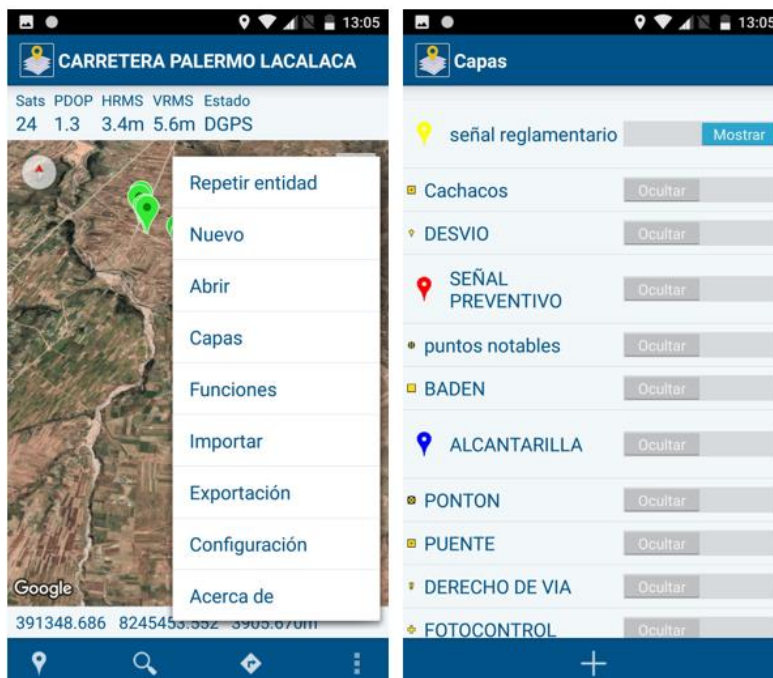
*Inicio del proyecto Km 02+000*



Nota: Punto de inicio del proyecto georeferenciado con GNSS MOBILE MAPPER 60.

## Figura 29

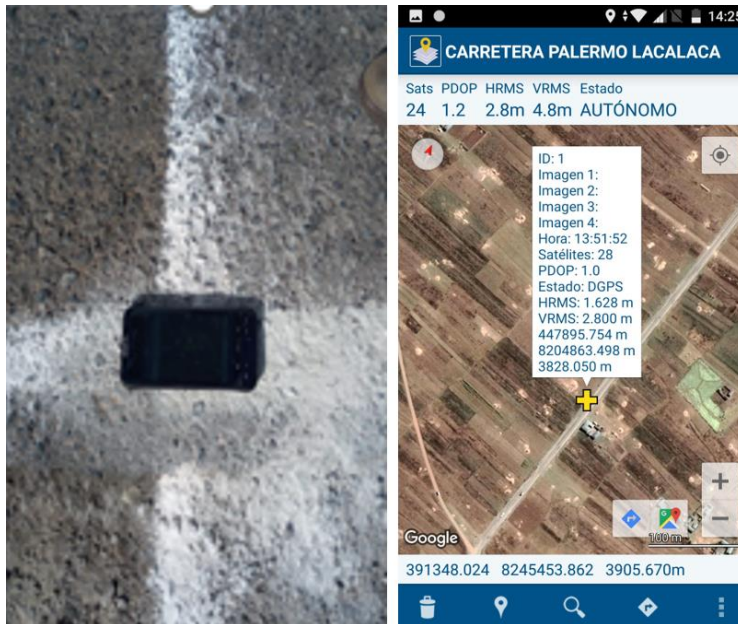
*Configuración y creación de nuevo proyecto*



Nota: Creación de capas para cada elemento de vía en el equipo MOBILE MAPPER 60.

**Figura 30**

*Georreferenciación punto inicial.*

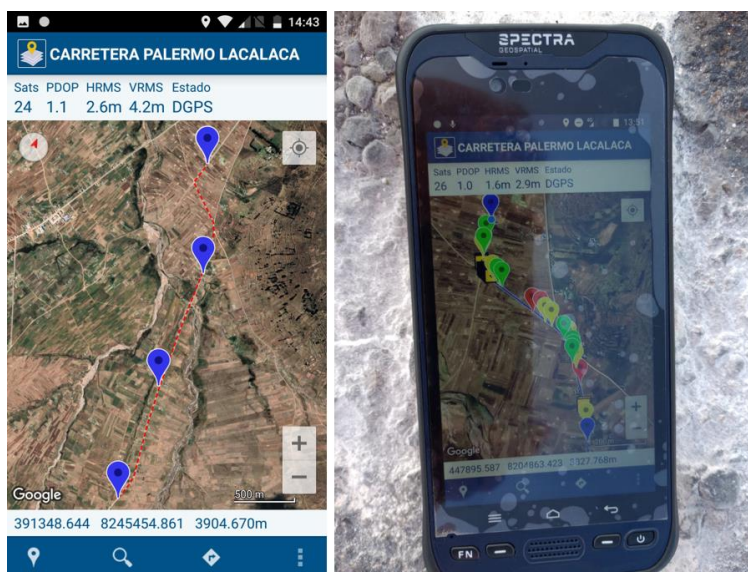


Nota: Georreferenciación de km 2+000 que viene a ser el inicio del proyecto.

Medición de la longitud de la carretera y georreferenciación de puntos fijos de control y/o puntos notables.

**Figura 31**

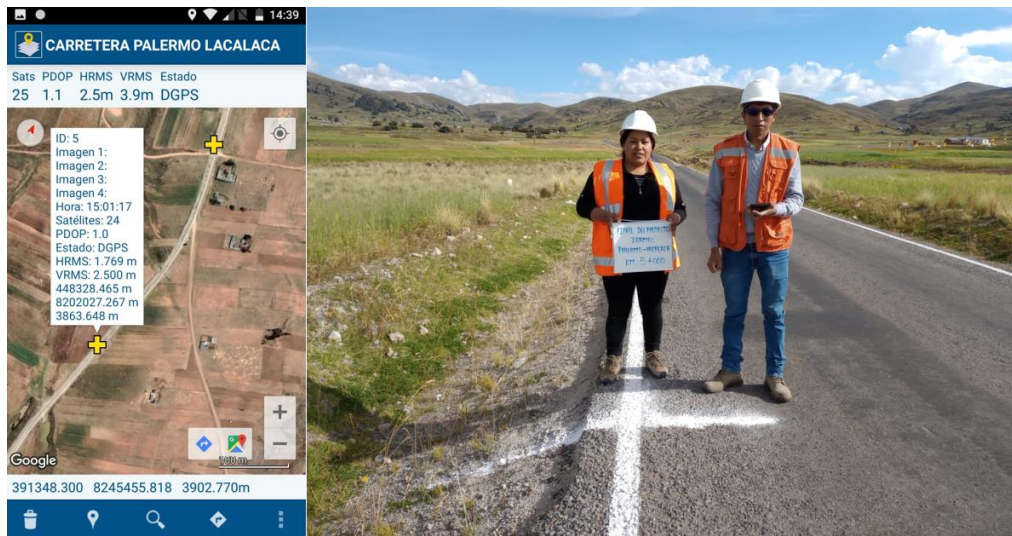
*Medición de la ruta PU - 129*



Nota: Georreferenciación del km 2+000 a km 5+000 con todos los elementos de la vía.

## Figura 32

### *Georreferenciación de final del proyecto*



Nota: Georreferenciación del km 05, final del proyecto



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. RESULTADOS

##### 4.1.1. Análisis de resultados.

Para el análisis comparativo del proyecto se consideran 3 indicadores:

- **Precisión:** Grado de precisión de los instrumentos y/o procedimientos aplicados.
- **Tiempo:** Magnitud física de duración de periodos de trabajo en campo y gabinete.
- **Costo:** valor monetario de inversión dado para cada forma de trabajo.
- **Puntos de control geodésico:** Para el estudio se establecieron dos puntos de control geodésico de orden "C" con el receptor GNSS South Galaxy G3, cuyas coordenadas son las siguientes:

**Tabla 7**

*Puntos de control Geodésico de orden "C"*

COORDENADAS UTM WGS – 84			
PUNTO	ESTE(m)	NORTE(m)	ELEVACION(m)
PC - 01	447864.864	8204658.320	3829.483
PC - 02	448242.889	8203620.350	3836.757

Nota: Coordenadas de los puntos geodésicos establecidos de orden "C".

- **Levantamiento con receptor GNSS Diferencial South Galaxy G3:** Se realizó la recolección de datos de los elementos viales Georreferenciados de la carretera Palermo - Lacalaca Km 2+000 a Km 5+000, con el equipo receptor GNSS South Galaxy G3, obteniendo un total de 78 puntos que

nos permitirán analizar la precisión con fotogrametría con Dron y GNSS

Mobile Mapper 60.

**Tabla 8**

*Coordenadas obtenidas con receptor GNSS South Galaxy G3*

<b>COORDENADAS UTM WSG – 84</b>				
<b>PUNTO</b>	<b>ESTE(m)</b>	<b>NORTE(m)</b>	<b>COTA(m)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	447891.697	8204863.236	3829.374	KM 2+000
2	447893.589	8204862.710	3829.614	FOTOCONTROL
3	447874.033	8204787.542	3829.342	SEÑAL DE INFORMACIÓN
4	447865.112	8204747.598	3829.327	SEÑAL REGULADORA
5	447863.923	8204743.385	3828.597	SEÑAL DE INFORMACIÓN
6	447859.992	8204728.196	3828.519	SEÑAL REGULADORA
7	447853.058	8204697.897	3829.146	CACHACO
8	447852.236	8204693.235	3829.267	CACHACO
9	447851.703	8204688.530	3828.567	CACHACO
10	447852.943	8204680.473	3829.418	DESVIO
11	447853.049	8204673.253	3829.001	DESVIO
12	447861.220	8204662.211	3829.348	CACHACO
13	447863.364	8204659.513	3829.278	CACHACO
14	447865.682	8204656.942	3829.397	CACHACO
15	447864.864	8204658.320	3829.483	PUNTO DE CONTROL PC-01
16	447868.085	8204654.275	3829.715	CACHACO
17	447870.501	8204651.622	3829.634	CACHACO
18	447873.081	8204648.781	3829.456	CACHACO
19	447875.543	8204646.165	3829.529	CACHACO
20	447878.083	8204643.794	3829.534	CACHACO
21	447880.757	8204641.318	3829.485	CACHACO
22	447883.534	8204639.006	3830.278	CACHACO
23	447886.050	8204636.605	3829.653	CACHACO
24	447888.467	8204634.052	3829.787	CACHACO
25	447892.618	8204643.538	3830.768	SEÑAL REGULADORA
26	447908.134	8204629.564	3831.640	SEÑAL DE INFORMACIÓN
27	447915.318	8204622.984	3831.916	SEÑAL REGULADORA
28	447923.666	8204617.338	3831.982	SEÑAL DE INFORMACIÓN



**COORDENADAS UTM WSG – 84**

<b>PUNTO</b>	<b>ESTE(m)</b>	<b>NORTE(m)</b>	<b>COTA(m)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
29	448032.965	8204515.476	3835.138	SEÑAL DE PREVENCIÓN
30	448064.630	8204502.729	3836.364	SEÑAL DE PREVENCIÓN
31	448079.456	8204477.645	3836.449	SEÑAL REGULADORA
32	448102.761	8204459.561	3837.228	SEÑAL REGULADORA
33	448139.218	8204440.950	3838.411	DESVIO
34	448133.422	8204433.737	3838.185	FOTOCONTROL
35	448148.382	8204405.953	3838.229	SEÑAL DE INFORMACIÓN
36	448167.969	8204385.890	3839.086	SEÑAL REGULADORA
37	448176.919	8204363.209	3838.756	DESVIO
38	448169.155	8204355.783	3838.531	PUNTOS NOTABLES
39	448180.397	8204350.966	3838.729	SEÑAL DE INFORMACIÓN
40	448183.174	8204333.780	3838.638	SEÑAL DE INFORMACIÓN
41	448178.711	8204318.338	3837.378	SEÑAL DE INFORMACIÓN
42	448186.795	8204318.033	3838.141	SEÑAL REGULADORA
43	448191.991	8204298.023	3837.892	SEÑAL REGULADORA
44	448206.592	8204239.575	3837.368	SEÑAL DE PREVENCIÓN
45	448218.826	8204133.086	3836.314	BADEN
46	448216.972	8204129.304	3836.227	FOTOCONTROL
47	448225.539	8204070.916	3836.035	SEÑAL REGULADORA
48	448229.431	8204011.558	3835.694	KM 3+000
49	448233.634	8203833.309	3830.534	PONTON
50	448230.111	8203786.679	3831.137	SEÑAL REGULADORA
51	448234.163	8203717.591	3829.475	PUENTE
52	448238.052	8203702.526	3832.638	SEÑAL REGULADORA
53	448242.889	8203620.350	3836.757	PUNTO DE CONTROL PC-02
54	448254.337	8203235.918	3840.835	SEÑAL REGULADORA
55	448258.191	8203192.073	3841.584	DESVIO
56	448268.629	8203145.309	3842.000	SEÑAL REGULADORA
57	448259.406	8203014.660	3844.075	HITO
58	448264.192	8203011.726	3844.167	KM 4+000
59	448279.138	8203015.310	3845.134	HITO
60	448336.806	8202460.002	3854.394	SEÑAL DE PREVENCIÓN
61	448349.167	8202379.362	3857.273	SEÑAL REGULADORA
62	448353.109	8202356.814	3857.638	SEÑAL DE INFORMACIÓN



COORDENADAS UTM WSG – 84				
PUNTO	ESTE(m)	NORTE(m)	COTA(m)	DESCRIPCIÓN
63	448356.366	8202357.225	3858.126	FOTOCONTROL
64	448361.705	8202356.877	3858.134	DESVIO
65	448355.134	8202352.181	3857.821	DESVIO
66	448357.139	8202329.891	3858.443	SEÑAL REGULADORA
67	448366.830	8202326.023	3858.627	SEÑAL REGULADORA
68	448368.472	8202317.640	3859.089	SEÑAL DE INFORMACIÓN
69	448359.745	8202310.753	3859.189	SEÑAL REGULADORA
70	448361.671	8202295.742	3859.173	SEÑAL DE PREVENCIÓN
71	448363.423	8202279.125	3859.381	SEÑAL DE INFORMACIÓN
72	448373.869	8202251.294	3860.537	DESVIO
73	448373.894	8202208.491	3861.794	SEÑAL DE INFORMACIÓN
74	448362.797	8202169.210	3862.118	ALCANTARILLA
75	448353.290	8202111.261	3864.687	SEÑAL REGULADORA
76	448341.943	8202072.962	3865.729	SEÑAL PREVENTIVO
77	448328.285	8202027.412	3861.648	FOTOCONTROL
78	448328.647	8202026.748	3855.227	KM 5+000

Nota: Coordenadas obtenidas de los 78 elementos de la vía

- Levantamiento de información con DJI Drone Phantom 4 pro: La información por fotogrametría con Dron se obtuvo a través de la imagen procesada (ortomosaico) utilizando el software ArcGIS 10.5 después de la restitución fotogramétrica digital de los elementos de la vía.

**Tabla 9**

*Coordenadas obtenidas por fotogrametría con Dron*

COORDENADAS UTM WGS - 84				
PUNTO	ESTE(m)	NORTE(m)	COTA(m)	DESCRIPCION
1	447891.449	8204863.280	3829.374	KM 2+000
2	447893.473	8204862.826	3829.613	FOTOCONTROL
3	447873.968	8204787.694	3828.978	SEÑAL DE INFORMACIÓN
4	447864.987	8204747.707	3829.302	SEÑAL REGULADORA
5	447863.772	8204743.500	3828.740	SEÑAL DE INFORMACIÓN



**COORDENADAS UTM WGS - 84**

<b>PUNTO</b>	<b>ESTE(m)</b>	<b>NORTE(m)</b>	<b>COTA(m)</b>	<b>DESCRIPCION</b>
6	447859.886	8204727.961	3828.899	SEÑAL REGULADORA
7	447852.791	8204697.897	3829.190	CACHACO
8	447852.129	8204693.300	3829.089	CACHACO
9	447851.633	8204688.670	3828.877	CACHACO
10	447853.047	8204680.388	3829.200	DESVIO
11	447853.077	8204673.386	3829.264	DESVIO
12	447861.054	8204662.222	3829.665	CACHACO
13	447863.260	8204659.409	3829.563	CACHACO
14	447865.650	8204656.820	3829.606	CACHACO
15	447864.864	8204658.320	3829.483	PUNTO DE CONTROL PC-01
16	447867.998	8204654.152	3829.551	CACHACO
17	447870.414	8204651.441	3829.635	CACHACO
18	447873.156	8204648.713	3829.675	CACHACO
19	447875.650	8204646.242	3829.737	CACHACO
20	447878.236	8204643.777	3829.708	CACHACO
21	447880.906	8204641.382	3829.692	CACHACO
22	447883.442	8204638.854	3830.153	CACHACO
23	447886.228	8204636.522	3829.721	CACHACO
24	447888.629	8204634.022	3829.995	CACHACO
25	447892.440	8204643.472	3830.866	SEÑAL REGULADORA
26	447908.152	8204629.464	3831.468	SEÑAL DE INFORMACIÓN
27	447915.439	8204622.965	3832.181	SEÑAL REGULADORA
28	447923.686	8204617.264	3832.269	SEÑAL DE INFORMACIÓN
29	448033.051	8204515.442	3835.044	SEÑAL DE PREVENCIÓN
30	448064.638	8204502.655	3836.357	SEÑAL DE PREVENCIÓN
31	448079.549	8204477.607	3836.345	SEÑAL REGULADORA
32	448102.812	8204459.631	3837.182	SEÑAL REGULADORA
33	448139.337	8204440.940	3838.611	DESVIO
34	448133.507	8204433.689	3838.186	FOTOCONTROL
35	448148.383	8204406.030	3838.049	SEÑAL DE INFORMACIÓN
36	448167.904	8204385.890	3839.233	SEÑAL REGULADORA
37	448176.934	8204363.126	3838.940	DESVIO
38	448169.129	8204355.718	3838.775	PUNTOS NOTABLES
39	448180.337	8204350.864	3838.719	SEÑAL DE INFORMACIÓN



**COORDENADAS UTM WGS - 84**

<b>PUNTO</b>	<b>ESTE(m)</b>	<b>NORTE(m)</b>	<b>COTA(m)</b>	<b>DESCRIPCION</b>
40	448183.221	8204333.706	3838.705	SEÑAL DE INFORMACIÓN
41	448178.737	8204318.225	3837.515	SEÑAL DE INFORMACIÓN
42	448186.800	8204317.952	3838.228	SEÑAL REGULADORA
43	448191.897	8204297.966	3837.976	SEÑAL REGULADORA
44	448206.685	8204239.543	3837.383	SEÑAL DE PREVENCIÓN
45	448218.714	8204133.040	3836.429	BADEN
46	448216.972	8204129.190	3836.229	FOTOCONTROL
47	448225.580	8204070.783	3836.078	SEÑAL REGULADORA
48	448229.334	8204011.536	3835.805	KM 3+000
49	448233.713	8203833.194	3830.652	PONTON
50	448230.207	8203786.679	3831.082	SEÑAL REGULADORA
51	448234.210	8203717.468	3829.594	PUENTE
52	448237.979	8203702.390	3832.723	SEÑAL REGULADORA
53	448242.889	8203620.350	3836.757	PUNTO DE CONTROL PC-02
54	448254.410	8203235.896	3840.983	SEÑAL REGULADORA
55	448258.287	8203192.044	3841.612	DESVIO
56	448268.597	8203145.218	3842.056	SEÑAL REGULADORA
57	448259.335	8203014.664	3844.112	HITO
58	448264.098	8203011.688	3844.285	KM 4+000
59	448279.245	8203015.392	3845.162	HITO
60	448336.891	8202459.966	3854.468	SEÑAL DE PREVENCIÓN
61	448349.274	8202379.321	3857.372	SEÑAL REGULADORA
62	448353.048	8202356.707	3857.778	SEÑAL DE INFORMACIÓN
63	448356.248	8202357.180	3858.124	FOTOCONTROL
64	448361.621	8202356.844	3858.232	DESVIO
65	448355.056	8202352.299	3857.908	DESVIO
66	448357.084	8202329.919	3858.529	SEÑAL REGULADORA
67	448366.799	8202326.124	3858.799	SEÑAL REGULADORA
68	448368.448	8202317.755	3859.017	SEÑAL DE INFORMACIÓN
69	448359.643	8202310.776	3859.282	SEÑAL REGULADORA
70	448361.517	8202295.714	3859.193	SEÑAL DE PREVENCIÓN
71	448363.349	8202279.266	3859.451	SEÑAL DE INFORMACIÓN
72	448373.948	8202251.257	3860.627	DESVIO
73	448373.993	8202208.437	3861.818	SEÑAL DE INFORMACIÓN

COORDENADAS UTM WGS - 84				
PUNTO	ESTE(m)	NORTE(m)	COTA(m)	DESCRIPCION
74	448362.928	8202169.142	3862.266	ALCANTARILLA
75	448353.168	8202111.251	3864.735	SEÑAL REGULADORA
76	448341.981	8202072.865	3865.857	SEÑAL PREVENTIVO
77	448328.332	8202027.283	3861.648	FOTOCONTROL
78	448328.736	8202026.719	3855.254	KM 5+000

Nota: Coordenadas obtenidas de 78 puntos de la vía (ortomosaico).

- Levantamiento de información con GNSS MOBILE MAPPER 60: Se realizó la recolección de datos de elementos viales de la carretera Palermo - Lacalaca con el equipo GNSS Mobile Mapper 60, en modo estático obteniendo la cantidad de 78 puntos.

**Tabla 10**

*Coordenadas obtenidas por GNSS Mobile Mapper 60*

COORDENADAS UTM WGS - 84				
PUNTO	ESTE(m)	NORTE(m)	COTA(m)	DESCRIPCION
1	447894.441	8204861.596	3830.795	KM 2+000
2	447895.754	8204863.498	3828.050	FOTOCONTROL
3	447876.514	8204784.657	3829.651	SEÑAL DE INFORMACIÓN
4	447866.765	8204744.497	3830.314	SEÑAL REGULADORA
5	447865.639	8204740.688	3831.069	SEÑAL DE INFORMACIÓN
6	447861.164	8204724.887	3830.242	SEÑAL REGULADORA
7	447854.584	8204694.151	3832.461	CACHACO
8	447853.854	8204689.679	3832.997	CACHACO
9	447854.237	8204685.350	3832.152	CACHACO
10	447849.782	8204680.747	3832.316	DESVIO
11	447850.775	8204669.889	3832.224	DESVIO
12	447860.136	8204662.132	3831.370	CACHACO
13	447863.332	8204658.828	3831.697	CACHACO
14	447865.33	8204656.337	3832.361	CACHACO
15	447865.794	8204656.466	3828.879	PUNTO DE CONTROL PC-01
16	447867.616	8204653.419	3831.997	CACHACO



**COORDENADAS UTM WGS - 84**

<b>PUNTO</b>	<b>ESTE(m)</b>	<b>NORTE(m)</b>	<b>COTA(m)</b>	<b>DESCRIPCION</b>
17	447870.267	8204650.881	3832.670	CACHACO
18	447872.16	8204648.162	3832.570	CACHACO
19	447874.7	8204645.602	3832.143	CACHACO
20	447877.742	8204643.008	3831.597	CACHACO
21	447880.279	8204640.242	3831.361	CACHACO
22	447882.581	8204637.933	3830.970	CACHACO
23	447885.1	8204635.986	3831.216	CACHACO
24	447887.41	8204633.439	3831.335	CACHACO
25	447893.936	8204640.224	3830.716	SEÑAL REGULADORA
26	447910.13	8204627.763	3831.626	SEÑAL DE INFORMACIÓN
27	447917.964	8204621.449	3832.007	SEÑAL REGULADORA
28	447926.157	8204615.569	3831.753	SEÑAL DE INFORMACIÓN
29	448035.846	8204514.809	3833.909	SEÑAL DE PREVENCIÓN
30	448066.877	8204502.284	3833.292	SEÑAL DE PREVENCIÓN
31	448081.816	8204477.518	3833.438	SEÑAL REGULADORA
32	448105.484	8204459.751	3834.247	SEÑAL REGULADORA
33	448141.555	8204446.413	3836.007	DESVIO
34	448137.314	8204435.020	3830.839	FOTOCONTROL
35	448151.001	8204406.218	3835.775	SEÑAL DE INFORMACIÓN
36	448169.454	8204386.120	3836.821	SEÑAL REGULADORA
37	448175.362	8204365.860	3835.158	DESVIO
38	448170.902	8204355.366	3836.103	PUNTOS NOTABLES
39	448182.259	8204350.561	3836.094	SEÑAL DE INFORMACIÓN
40	448185.099	8204333.528	3835.022	SEÑAL DE INFORMACIÓN
41	448180.269	8204319.032	3835.995	SEÑAL DE INFORMACIÓN
42	448189.199	8204318.242	3836.159	SEÑAL REGULADORA
43	448193.74	8204298.091	3835.622	SEÑAL REGULADORA
44	448208.186	8204239.460	3835.760	SEÑAL DE PREVENCIÓN
45	448220.08	8204132.605	3836.324	BADEN
46	448220.005	8204129.046	3831.397	FOTOCONTROL
47	448226.474	8204070.707	3836.153	SEÑAL REGULADORA
48	448230.555	8204011.270	3837.626	KM 3+000
49	448234.609	8203831.766	3835.019	PONTON
50	448230.344	8203785.787	3834.592	SEÑAL REGULADORA



---

**COORDENADAS UTM WGS - 84**

---

<b>PUNTO</b>	<b>ESTE(m)</b>	<b>NORTE(m)</b>	<b>COTA(m)</b>	<b>DESCRIPCION</b>
51	448234.471	8203715.889	3835.084	PUENTE
52	448237.984	8203701.121	3834.993	SEÑAL REGULADORA
53	448244.655	8203618.258	3836.067	PUNTO DE CONTROL PC-02
54	448253.718	8203235.106	3847.071	SEÑAL REGULADORA
55	448257.439	8203191.461	3848.917	DESVIO
56	448267.889	8203144.499	3847.226	SEÑAL REGULADORA
57	448259.342	8203014.448	3849.437	HITO
58	448263.934	8203011.540	3850.056	KM 4+000
59	448278.911	8203015.698	3850.147	HITO
60	448337.344	8202461.152	3857.572	SEÑAL DE PREVENCIÓN
61	448349.725	8202380.607	3859.318	SEÑAL REGULADORA
62	448353.057	8202358.112	3860.055	SEÑAL DE INFORMACIÓN
63	448357.953	8202357.517	3858.100	FOTOCONTROL
64	448361.833	8202357.890	3862.227	DESVIO
65	448354.535	8202353.028	3861.500	DESVIO
66	448356.705	8202331.007	3861.391	SEÑAL REGULADORA
67	448366.392	8202327.450	3861.436	SEÑAL REGULADORA
68	448368.008	8202318.656	3860.628	SEÑAL DE INFORMACIÓN
69	448360.068	8202311.702	3859.746	SEÑAL REGULADORA
70	448361.974	8202296.712	3860.837	SEÑAL DE PREVENCIÓN
71	448363.507	8202280.282	3861.619	SEÑAL DE INFORMACIÓN
72	448372.842	8202256.022	3863.192	DESVIO
73	448373.545	8202209.456	3860.147	SEÑAL DE INFORMACIÓN
74	448363.085	8202170.566	3862.302	ALCANTARILLA
75	448352.837	8202113.118	3862.594	SEÑAL REGULADORA
76	448342.849	8202073.752	3862.421	SEÑAL PREVENTIVO
77	448328.465	8202027.267	3863.648	FOTOCONTROL
78	448328.881	8202026.688	3864.994	KM 5+000

---

Nota: Coordenadas UTM con GNSS Mobile Mapper.

#### 4.1.2. Análisis comparativo de datos

**Tabla 11**

*Comparación de coordenadas de receptor GNSS South Galaxy G3 Y DRON*

<b>COMPARACION DE COORDENADAS - GNSS Y DRON</b>						
P.	Posicionamiento Geodésico GNSS ESTE(X)	Fotogrametría con Dron ESTE(X)	Dif. ESTE	Posicionamiento Geodésico GNSS NORTE(Y)	Fotogrametría con Dron NORTE(Y)	Dif. NORTE
1	447891.697	447891.449	0.247	8204863.236	8204863.280	-0.044
2	447893.589	447893.473	0.116	8204862.710	8204862.826	-0.116
3	447874.033	447873.968	0.065	8204787.542	8204787.694	-0.152
4	447865.112	447864.987	0.125	8204747.598	8204747.707	-0.109
5	447863.923	447863.772	0.151	8204743.385	8204743.500	-0.115
6	447859.992	447859.886	0.106	8204728.196	8204727.961	0.235
7	447853.058	447852.791	0.267	8204697.897	8204697.897	0.000
8	447852.236	447852.129	0.106	8204693.235	8204693.300	-0.065
9	447851.703	447851.633	0.070	8204688.530	8204688.670	-0.140
10	447852.943	447853.047	-0.104	8204680.473	8204680.388	0.085
11	447853.049	447853.077	-0.029	8204673.253	8204673.386	-0.133
12	447861.220	447861.054	0.167	8204662.211	8204662.222	-0.011
13	447863.364	447863.260	0.104	8204659.513	8204659.409	0.104
14	447865.682	447865.650	0.033	8204656.942	8204656.820	0.122
15	447864.864	447864.864	0.000	8204658.320	8204658.320	0.000
16	447868.085	447867.998	0.087	8204654.275	8204654.152	0.123
17	447870.501	447870.414	0.087	8204651.622	8204651.441	0.181
18	447873.081	447873.156	-0.075	8204648.781	8204648.713	0.068
19	447875.543	447875.650	-0.107	8204646.165	8204646.242	-0.077
20	447878.083	447878.236	-0.153	8204643.794	8204643.777	0.017
21	447880.757	447880.906	-0.149	8204641.318	8204641.382	-0.064
22	447883.534	447883.442	0.092	8204639.006	8204638.854	0.152
23	447886.050	447886.228	-0.179	8204636.605	8204636.522	0.083
24	447888.467	447888.629	-0.162	8204634.052	8204634.022	0.030
25	447892.618	447892.440	0.178	8204643.538	8204643.472	0.066



### COMPARACION DE COORDENADAS - GNSS Y DRON

P.	Posicionamiento Geodésico GNSS ESTE(X)	Fotogrametría con Dron ESTE(X)	Dif. ESTE	Posicionamiento Geodésico GNSS NORTE(Y)	Fotogrametría con Dron NORTE(Y)	Dif. NORTE
26	447908.134	447908.152	-0.018	8204629.564	8204629.464	0.100
27	447915.318	447915.439	-0.121	8204622.984	8204622.965	0.019
28	447923.666	447923.686	-0.019	8204617.338	8204617.264	0.074
29	448032.965	448033.051	-0.087	8204515.476	8204515.442	0.034
30	448064.630	448064.638	-0.008	8204502.729	8204502.655	0.073
31	448079.456	448079.549	-0.094	8204477.645	8204477.607	0.038
32	448102.761	448102.812	-0.051	8204459.561	8204459.631	-0.070
33	448139.218	448139.337	-0.119	8204440.950	8204440.940	0.010
34	448133.422	448133.507	-0.085	8204433.737	8204433.689	0.048
35	448148.382	448148.383	-0.001	8204405.953	8204406.030	-0.077
36	448167.969	448167.904	0.065	8204385.890	8204385.890	0.000
37	448176.919	448176.934	-0.015	8204363.209	8204363.126	0.082
38	448169.155	448169.129	0.025	8204355.783	8204355.718	0.065
39	448180.397	448180.337	0.059	8204350.966	8204350.864	0.102
40	448183.174	448183.221	-0.047	8204333.780	8204333.706	0.074
41	448178.711	448178.737	-0.025	8204318.338	8204318.225	0.113
42	448186.795	448186.800	-0.005	8204318.033	8204317.952	0.081
43	448191.991	448191.897	0.094	8204298.023	8204297.966	0.057
44	448206.592	448206.685	-0.092	8204239.575	8204239.543	0.032
45	448218.826	448218.714	0.112	8204133.086	8204133.040	0.046
46	448216.972	448216.972	0.000	8204129.304	8204129.190	0.114
47	448225.539	448225.580	-0.041	8204070.916	8204070.783	0.133
48	448229.431	448229.334	0.098	8204011.558	8204011.536	0.022
49	448233.634	448233.713	-0.079	8203833.309	8203833.194	0.115
50	448230.111	448230.207	-0.095	8203786.679	8203786.679	0.000
51	448234.163	448234.210	-0.047	8203717.591	8203717.468	0.123
52	448238.052	448237.979	0.073	8203702.526	8203702.390	0.136
53	448242.889	448242.889	0.000	8203620.350	8203620.350	0.000
54	448254.337	448254.410	-0.073	8203235.918	8203235.896	0.022
55	448258.191	448258.287	-0.096	8203192.073	8203192.044	0.029



### COMPARACION DE COORDENADAS - GNSS Y DRON

P.	Posicionamiento Geodésico GNSS ESTE(X)	Fotogrametría con Dron ESTE(X)	Dif. ESTE	Posicionamiento Geodésico GNSS NORTE(Y)	Fotogrametría con Dron NORTE(Y)	Dif. NORTE
56	448268.629	448268.597	0.032	8203145.309	8203145.218	0.091
57	448259.406	448259.335	0.070	8203014.660	8203014.664	-0.004
58	448264.192	448264.098	0.094	8203011.726	8203011.688	0.038
59	448279.138	448279.245	-0.107	8203015.310	8203015.392	-0.082
60	448336.806	448336.891	-0.085	8202460.002	8202459.966	0.036
61	448349.167	448349.274	-0.107	8202379.362	8202379.321	0.041
62	448353.109	448353.048	0.060	8202356.814	8202356.707	0.107
63	448356.366	448356.248	0.118	8202357.225	8202357.180	0.045
64	448361.705	448361.621	0.084	8202356.877	8202356.844	0.033
65	448355.134	448355.056	0.078	8202352.181	8202352.299	-0.118
66	448357.139	448357.084	0.055	8202329.891	8202329.919	-0.028
67	448366.830	448366.799	0.031	8202326.023	8202326.124	-0.101
68	448368.472	448368.448	0.024	8202317.640	8202317.755	-0.115
69	448359.745	448359.643	0.102	8202310.753	8202310.776	-0.023
70	448361.671	448361.517	0.154	8202295.742	8202295.714	0.028
71	448363.423	448363.349	0.075	8202279.125	8202279.266	-0.141
72	448373.869	448373.948	-0.079	8202251.294	8202251.257	0.037
73	448373.894	448373.993	-0.099	8202208.491	8202208.437	0.054
74	448362.797	448362.928	-0.131	8202169.210	8202169.142	0.068
75	448353.290	448353.168	0.122	8202111.261	8202111.251	0.010
76	448341.943	448341.981	-0.039	8202072.962	8202072.865	0.096
77	448328.285	448328.332	-0.046	8202027.412	8202027.283	0.129
78	448328.647	448328.736	-0.089	8202026.748	8202026.719	0.029

Nota: Comparación de coordenadas este y norte de los 78 elementos de la vía.

**Tabla 12**

*Comparación de coordenadas receptor GNSS South Galaxy G3 Y GNSS Mobile  
Mapper 60.*

<b>COMPARACION DE COORDENADAS - GNSS DIFERENCIAL Y GNSS MOBILE</b>						
<b>MAPPER 60</b>						
P.	Posicionamiento Geodésico GNSS ESTE(X)	GPS Submétrico ESTE(X)	Dif. ESTE	Posicionamiento Geodésico GNSS NORTE(Y)	GPS Submétrico NORTE(Y)	Dif. NORTE
1	447891.697	447894.441	-2.744	8204863.236	8204861.596	1.640
2	447893.589	447895.754	-2.165	8204862.710	8204863.498	-0.788
3	447874.033	447876.514	-2.481	8204787.542	8204784.657	2.885
4	447865.112	447866.765	-1.654	8204747.598	8204744.497	3.101
5	447863.923	447865.639	-1.716	8204743.385	8204740.688	2.697
6	447859.992	447861.164	-1.172	8204728.196	8204724.887	3.309
7	447853.058	447854.584	-1.526	8204697.897	8204694.151	3.746
8	447852.236	447853.854	-1.618	8204693.235	8204689.679	3.556
9	447851.703	447854.237	-2.534	8204688.530	8204685.350	3.180
10	447852.943	447849.782	3.161	8204680.473	8204680.747	-0.274
11	447853.049	447850.775	2.274	8204673.253	8204669.889	3.364
12	447861.220	447860.136	1.084	8204662.211	8204662.132	0.079
13	447863.364	447863.332	0.032	8204659.513	8204658.828	0.685
14	447865.682	447865.33	0.352	8204656.942	8204656.337	0.605
15	447864.864	447865.794	-0.930	8204658.320	8204656.466	1.854
16	447868.085	447867.616	0.469	8204654.275	8204653.419	0.856
17	447870.501	447870.267	0.234	8204651.622	8204650.881	0.741
18	447873.081	447872.16	0.921	8204648.781	8204648.162	0.619
19	447875.543	447874.7	0.843	8204646.165	8204645.602	0.563
20	447878.083	447877.742	0.341	8204643.794	8204643.008	0.786
21	447880.757	447880.279	0.478	8204641.318	8204640.242	1.076
22	447883.534	447882.581	0.953	8204639.006	8204637.933	1.073
23	447886.050	447885.1	0.950	8204636.605	8204635.986	0.619
24	447888.467	447887.41	1.057	8204634.052	8204633.439	0.612
25	447892.618	447893.936	-1.318	8204643.538	8204640.224	3.314
26	447908.134	447910.13	-1.996	8204629.564	8204627.763	1.801
27	447915.318	447917.964	-2.646	8204622.984	8204621.449	1.535



**COMPARACION DE COORDENADAS - GNSS DIFERENCIAL Y GNSS MOBILE**

**MAPPER 60**

P.	Posicionamiento			Posicionamiento		
	Geodésico GNSS ESTE(X)	GPS Submétrico ESTE(X)	Dif. ESTE	Geodésico GNSS NORTE(Y)	GPS Submétrico NORTE(Y)	Dif. NORTE
28	447923.666	447926.157	-2.491	8204617.338	8204615.569	1.769
29	448032.965	448035.846	-2.881	8204515.476	8204514.809	0.667
30	448064.630	448066.877	-2.247	8204502.729	8204502.284	0.445
31	448079.456	448081.816	-2.360	8204477.645	8204477.518	0.127
32	448102.761	448105.484	-2.723	8204459.561	8204459.751	-0.190
33	448139.218	448141.555	-2.337	8204440.950	8204446.413	-5.463
34	448133.422	448137.314	-3.892	8204433.737	8204435.020	-1.283
35	448148.382	448151.001	-2.619	8204405.953	8204406.218	-0.265
36	448167.969	448169.454	-1.485	8204385.890	8204386.120	-0.230
37	448176.919	448175.362	1.557	8204363.209	8204365.860	-2.651
38	448169.155	448170.902	-1.747	8204355.783	8204355.366	0.416
39	448180.397	448182.259	-1.862	8204350.966	8204350.561	0.405
40	448183.174	448185.099	-1.925	8204333.780	8204333.528	0.252
41	448178.711	448180.269	-1.558	8204318.338	8204319.032	-0.694
42	448186.795	448189.199	-2.404	8204318.033	8204318.242	-0.209
43	448191.991	448193.74	-1.749	8204298.023	8204298.091	-0.068
44	448206.592	448208.186	-1.594	8204239.575	8204239.460	0.115
45	448218.826	448220.08	-1.254	8204133.086	8204132.605	0.481
46	448216.972	448220.005	-3.033	8204129.304	8204129.046	0.258
47	448225.539	448226.474	-0.935	8204070.916	8204070.707	0.208
48	448229.431	448230.555	-1.124	8204011.558	8204011.270	0.288
49	448233.634	448234.609	-0.975	8203833.309	8203831.766	1.543
50	448230.111	448230.344	-0.233	8203786.679	8203785.787	0.892
51	448234.163	448234.471	-0.308	8203717.591	8203715.889	1.702
52	448238.052	448237.984	0.068	8203702.526	8203701.121	1.405
53	448242.889	448244.655	-1.766	8203620.350	8203618.258	2.092
54	448254.337	448253.718	0.619	8203235.918	8203235.106	0.812
55	448258.191	448257.439	0.752	8203192.073	8203191.461	0.612
56	448268.629	448267.889	0.740	8203145.309	8203144.499	0.810
57	448259.406	448259.342	0.064	8203014.660	8203014.448	0.212
58	448264.192	448263.934	0.258	8203011.726	8203011.540	0.186
59	448279.138	448278.911	0.227	8203015.310	8203015.698	-0.388



**COMPARACION DE COORDENADAS - GNSS DIFERENCIAL Y GNSS MOBILE**

**MAPPER 60**

P.	Posicionamiento Geodésico GNSS ESTE(X)	GPS Submétrico ESTE(X)	Dif. ESTE	Posicionamiento Geodésico GNSS NORTE(Y)	GPS Submétrico NORTE(Y)	Dif. NORTE
60	448336.806	448337.344	-0.538	8202460.002	8202461.152	-1.150
61	448349.167	448349.725	-0.558	8202379.362	8202380.607	-1.245
62	448353.109	448353.057	0.052	8202356.814	8202358.112	-1.298
63	448356.366	448357.953	-1.587	8202357.225	8202357.517	-0.292
64	448361.705	448361.833	-0.128	8202356.877	8202357.890	-1.013
65	448355.134	448354.535	0.599	8202352.181	8202353.028	-0.847
66	448357.139	448356.705	0.434	8202329.891	8202331.007	-1.116
67	448366.830	448366.392	0.438	8202326.023	8202327.450	-1.427
68	448368.472	448368.008	0.464	8202317.640	8202318.656	-1.016
69	448359.745	448360.068	-0.323	8202310.753	8202311.702	-0.949
70	448361.671	448361.974	-0.303	8202295.742	8202296.712	-0.970
71	448363.423	448363.507	-0.084	8202279.125	8202280.282	-1.157
72	448373.869	448372.842	1.027	8202251.294	8202256.022	-4.728
73	448373.894	448373.545	0.349	8202208.491	8202209.456	-0.965
74	448362.797	448363.085	-0.288	8202169.210	8202170.566	-1.356
75	448353.290	448352.837	0.453	8202111.261	8202113.118	-1.857
76	448341.943	448342.849	-0.906	8202072.962	8202073.752	-0.790
77	448328.285	448328.465	-0.180	8202027.412	8202027.267	0.145
78	448328.647	448328.881	-0.234	8202026.748	8202026.688	0.060

Nota: Comparación de coordenadas de GNSS diferencial y GNSS submétrico en este y norte de los 78 elementos de la vía.

**4.1.3. Análisis Estadístico**

**4.1.3.1. Prueba estadística para el primer objetivo**

Una prueba de hipótesis es una regla que especifica cuando se puede aceptar o rechazar una afirmación sobre una población dependiendo de la evidencia proporcionada por una muestra de datos. Una prueba de

hipótesis examina dos hipótesis opuestas sobre una población: la hipótesis nula y la hipótesis alterna.

Determinar la diferencia en la precisión de coordenadas absolutas obtenidas de los elementos viales georreferenciados por fotogrametría con DRON y GNSS MOBILE MAPPER 60, en la carretera Palermo – Lacalaca KM 2+000 hasta el KM 5+000.

- Prueba de normalidad: Para poder realizar la prueba de normalidad, primeramente, se analizaron los datos de ambos equipos obteniendo los valores estadísticos descriptivos.

**Tabla 13**

*Valores estadísticos descriptivos*

Descripción estadística		Dron	GNSS Mobile Mapper 60
Media		0,12345	1,93249
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,11290	1,66270
	Límite superior	0,13400	2,20227
Media recortada al 5%		0,12182	1,86918
Mediana		0,11850	1,49800
Varianza		0,002	1,432
Desviación estándar		0,046800	1,196566
Mínimo		0,000	0,221
Máximo		0,267	5,942
Rango		0,267	5,721
Rango intercuartil		0,057	1,759
Asimetría		0,551	0,968
Curtosis		1,861	0,542

Nota: valores obtenidos de equipo Dron y GNSS MOBILE MAPPER 60.



Con los datos estadísticos descriptivos se procede a realizar la prueba de normalidad empleando la prueba de Kolmogorov – Smirnov, ya que los datos cumplen la condición de  $20 < n < 100$  datos.

**Tabla 14**

*Test de Kolmogorov - Smirnov*

x	xI	Pi	Ds	P(ds)	Va(P(ds)-pi)	Va(P(ds)-pi-1)
1	0.000	0.01	-2.64	0.00	-0.01	0.00
2	0.000	0.03	-2.64	0.00	-0.02	-0.01
3	0.062	0.04	-1.31	0.10	0.06	0.07
4	0.065	0.05	-1.25	0.11	0.05	0.07
5	0.069	0.06	-1.16	0.12	0.06	0.07
6	0.070	0.08	-1.14	0.13	0.05	0.06
7	0.074	0.09	-1.06	0.14	0.05	0.07
8	0.076	0.10	-1.01	0.16	0.05	0.07
9	0.076	0.12	-1.01	0.16	0.04	0.05
10	0.077	0.13	-1.00	0.16	0.03	0.04
11	0.081	0.14	-0.91	0.18	0.04	0.05
12	0.084	0.15	-0.85	0.20	0.04	0.06
13	0.087	0.17	-0.78	0.22	0.05	0.06
14	0.087	0.18	-0.78	0.22	0.04	0.05
15	0.088	0.19	-0.76	0.22	0.03	0.04
16	0.090	0.21	-0.71	0.24	0.03	0.05
17	0.093	0.22	-0.65	0.26	0.04	0.05
18	0.093	0.23	-0.65	0.26	0.03	0.04
19	0.093	0.24	-0.64	0.26	0.02	0.03
20	0.095	0.26	-0.60	0.27	0.02	0.03
21	0.097	0.27	-0.57	0.28	0.02	0.03
22	0.097	0.28	-0.56	0.29	0.01	0.02
23	0.098	0.29	-0.55	0.29	0.00	0.01
24	0.100	0.31	-0.50	0.31	0.00	0.01
25	0.100	0.32	-0.50	0.31	-0.01	0.00



<b>x</b>	<b>xI</b>	<b>Pi</b>	<b>Ds</b>	<b>P(ds)</b>	<b>Va(P(ds)-pi)</b>	<b>Va(P(ds)-pi-1)</b>
26	0.101	0.33	-0.48	0.32	-0.02	0.00
27	0.101	0.35	-0.48	0.32	-0.03	-0.02
28	0.101	0.36	-0.47	0.32	-0.04	-0.03
29	0.102	0.37	-0.46	0.32	-0.05	-0.04
30	0.104	0.38	-0.42	0.34	-0.05	-0.03
31	0.105	0.40	-0.40	0.34	-0.05	-0.04
32	0.105	0.41	-0.39	0.35	-0.06	-0.05
33	0.110	0.42	-0.30	0.38	-0.04	-0.03
34	0.113	0.44	-0.23	0.41	-0.03	-0.01
35	0.114	0.45	-0.19	0.42	-0.02	-0.01
36	0.114	0.46	-0.19	0.42	-0.04	-0.02
37	0.115	0.47	-0.17	0.43	-0.04	-0.03
38	0.118	0.49	-0.12	0.45	-0.03	-0.02
39	0.118	0.50	-0.12	0.45	-0.05	-0.03
40	0.119	0.51	-0.09	0.46	-0.05	-0.04
41	0.121	0.53	-0.05	0.46	-0.06	-0.05
42	0.122	0.54	-0.03	0.49	-0.05	-0.04
43	0.122	0.55	-0.03	0.49	-0.06	-0.05
44	0.123	0.56	-0.01	0.50	-0.07	-0.06
45	0.125	0.58	0.03	0.49	-0.09	-0.08
46	0.126	0.59	0.05	0.48	-0.11	-0.10
47	0.126	0.60	0.06	0.48	-0.13	-0.11
48	0.131	0.62	0.17	0.43	-0.18	-0.17
49	0.132	0.63	0.18	0.43	-0.20	-0.19
50	0.134	0.64	0.22	0.41	-0.23	-0.22
51	0.135	0.65	0.25	0.40	-0.25	-0.24
52	0.136	0.67	0.27	0.39	-0.27	-0.26
53	0.137	0.68	0.29	0.39	-0.29	-0.28
54	0.139	0.69	0.32	0.37	-0.32	-0.31
55	0.140	0.71	0.35	0.36	-0.34	-0.33
56	0.142	0.72	0.38	0.35	-0.37	-0.35
57	0.147	0.73	0.50	0.31	-0.42	-0.41



<b>x</b>	<b>xI</b>	<b>Pi</b>	<b>Ds</b>	<b>P(ds)</b>	<b>Va(P(ds)-pi)</b>	<b>Va(P(ds)-pi-1)</b>
58	0.148	0.74	0.52	0.30	-0.44	-0.43
59	0.151	0.76	0.59	0.28	-0.48	-0.47
60	0.154	0.77	0.65	0.26	-0.51	-0.50
61	0.155	0.78	0.67	0.25	-0.53	-0.52
62	0.156	0.79	0.70	0.24	-0.55	-0.54
63	0.156	0.81	0.70	0.24	-0.57	-0.55
64	0.159	0.82	0.77	0.22	-0.60	-0.59
65	0.162	0.83	0.82	0.21	-0.63	-0.61
66	0.164	0.85	0.87	0.19	-0.65	-0.64
67	0.165	0.86	0.89	0.19	-0.67	-0.66
68	0.165	0.87	0.89	0.19	-0.69	-0.67
69	0.165	0.88	0.90	0.18	-0.70	-0.69
70	0.167	0.90	0.93	0.18	-0.72	-0.71
71	0.178	0.91	1.16	0.12	-0.79	-0.77
72	0.190	0.92	1.41	0.08	-0.84	-0.83
73	0.190	0.94	1.43	0.08	-0.86	-0.85
74	0.197	0.95	1.57	0.06	-0.89	-0.88
75	0.201	0.96	1.66	0.05	-0.91	-0.90
76	0.251	0.97	2.73	0.00	-0.97	-0.96
77	0.258	0.99	2.87	0.00	-0.99	-0.97
78	0.267	1.00	3.07	0.00	-1.00	-0.99

Nota: la tabla muestra los resultados del test del equipo Dron.

**Tabla 15**

*test de kolmogorov – smirnov*

<b>x</b>	<b>xI</b>	<b>Pi</b>	<b>Ds</b>	<b>P(ds)</b>	<b>VA(P(ds)-pi)</b>	<b>VA(P(ds)-pi-1)</b>
1	0.221	0.01	-1.43	0.08	0.06	0.08
2	0.231	0.03	-1.42	0.08	0.05	0.06
3	0.241	0.04	-1.41	0.08	0.04	0.05
4	0.318	0.05	-1.35	0.09	0.04	0.05
5	0.450	0.06	-1.24	0.11	0.04	0.06
6	0.686	0.08	-1.04	0.15	0.07	0.09



<b>x</b>	<b>xI</b>	<b>Pi</b>	<b>Ds</b>	<b>P(ds)</b>	<b>VA(P(ds)-pi)</b>	<b>VA(P(ds)-pi-1)</b>
7	0.700	0.09	-1.03	0.15	0.06	0.07
8	0.777	0.10	-0.97	0.17	0.06	0.08
9	0.857	0.12	-0.90	0.18	0.07	0.08
10	0.922	0.13	-0.84	0.20	0.07	0.09
11	0.958	0.14	-0.81	0.21	0.07	0.08
12	0.969	0.15	-0.80	0.21	0.06	0.07
13	0.976	0.17	-0.80	0.21	0.05	0.06
14	1.003	0.18	-0.78	0.22	0.04	0.05
15	1.014	0.19	-0.77	0.22	0.03	0.04
16	1.016	0.21	-0.77	0.22	0.02	0.03
17	1.021	0.22	-0.76	0.22	0.01	0.02
18	1.021	0.23	-0.76	0.22	-0.01	0.01
19	1.026	0.24	-0.76	0.22	-0.02	-0.01
20	1.037	0.26	-0.75	0.23	-0.03	-0.02
21	1.087	0.27	-0.71	0.24	-0.03	-0.02
22	1.097	0.28	-0.70	0.24	-0.04	-0.03
23	1.110	0.29	-0.69	0.25	-0.05	-0.04
24	1.117	0.31	-0.68	0.25	-0.06	-0.05
25	1.134	0.32	-0.67	0.25	-0.07	-0.06
26	1.160	0.33	-0.65	0.26	-0.08	-0.06
27	1.160	0.35	-0.65	0.26	-0.09	-0.08
28	1.177	0.36	-0.63	0.26	-0.09	-0.08
29	1.198	0.37	-0.61	0.27	-0.10	-0.09
30	1.203	0.38	-0.61	0.27	-0.11	-0.10
31	1.222	0.40	-0.59	0.28	-0.12	-0.11
32	1.269	0.41	-0.55	0.29	-0.12	-0.11
33	1.299	0.42	-0.53	0.30	-0.13	-0.11
34	1.343	0.44	-0.49	0.31	-0.12	-0.11
35	1.365	0.45	-0.47	0.32	-0.13	-0.12
36	1.386	0.46	-0.46	0.32	-0.14	-0.13
37	1.407	0.47	-0.44	0.33	-0.14	-0.13
38	1.435	0.49	-0.42	0.34	-0.15	-0.14



<b>x</b>	<b>xI</b>	<b>Pi</b>	<b>Ds</b>	<b>P(ds)</b>	<b>VA(P(ds)-pi)</b>	<b>VA(P(ds)-pi-1)</b>
39	1.493	0.50	-0.37	0.36	-0.14	-0.13
40	1.503	0.51	-0.36	0.36	-0.15	-0.14
41	1.598	0.53	-0.28	0.39	-0.14	-0.12
42	1.614	0.54	-0.27	0.39	-0.14	-0.13
43	1.706	0.55	-0.19	0.42	-0.13	-0.11
44	1.730	0.56	-0.17	0.43	-0.13	-0.12
45	1.751	0.58	-0.15	0.44	-0.14	-0.12
46	1.796	0.59	-0.11	0.46	-0.13	-0.12
47	1.825	0.60	-0.09	0.46	-0.14	-0.13
48	1.906	0.62	-0.02	0.49	-0.12	-0.11
49	1.911	0.63	-0.02	0.49	-0.14	-0.12
50	1.941	0.64	0.01	0.50	-0.15	-0.13
51	2.074	0.65	0.12	0.45	-0.20	-0.19
52	2.291	0.67	0.30	0.38	-0.28	-0.27
53	2.304	0.68	0.31	0.38	-0.30	-0.29
54	2.364	0.69	0.36	0.36	-0.33	-0.32
55	2.414	0.71	0.40	0.34	-0.36	-0.35
56	2.632	0.72	0.58	0.28	-0.44	-0.42
57	2.688	0.73	0.63	0.26	-0.47	-0.45
58	2.730	0.74	0.67	0.25	-0.49	-0.48
59	2.738	0.76	0.67	0.25	-0.50	-0.49
60	2.958	0.77	0.86	0.19	-0.57	-0.56
61	3.044	0.78	0.93	0.18	-0.61	-0.59
62	3.055	0.79	0.94	0.17	-0.62	-0.61
63	3.059	0.81	0.94	0.17	-0.63	-0.62
64	3.075	0.82	0.95	0.17	-0.65	-0.64
65	3.173	0.83	1.04	0.15	-0.68	-0.67
66	3.197	0.85	1.06	0.14	-0.70	-0.69
67	3.197	0.86	1.06	0.14	-0.71	-0.70
68	3.511	0.87	1.32	0.09	-0.78	-0.77
69	3.514	0.88	1.32	0.09	-0.79	-0.78
70	3.567	0.90	1.37	0.09	-0.81	-0.80



<b>x</b>	<b>xI</b>	<b>Pi</b>	<b>Ds</b>	<b>P(ds)</b>	<b>VA(P(ds)-pi)</b>	<b>VA(P(ds)-pi-1)</b>
71	3.805	0.91	1.57	0.06	-0.85	-0.84
72	3.907	0.92	1.65	0.05	-0.87	-0.86
73	4.045	0.94	1.77	0.04	-0.90	-0.88
74	4.060	0.95	1.78	0.04	-0.91	-0.90
75	4.066	0.96	1.78	0.04	-0.92	-0.91
76	4.098	0.97	1.81	0.04	-0.94	-0.93
77	4.839	0.99	2.43	0.01	-0.98	-0.97
78	5.942	1.00	3.35	0.00	-1.00	-0.99

Nota: la tabla muestra los resultados del test del equipo GNSS MOBILE MAPPER 60.

Donde:

**x**= cantidad de muestra.

**xI**= muestras de menor a mayor.

**Pi** =  $(I/n)$ ; “n” es la cantidad de elementos de la muestra.

$$D_s = \frac{xI - \text{Media}}{\text{desviación estándar}}$$

**P(ds)**= Distribución Normal Estándar (Ds).

**VA(P(ds)-pi)** = Valor Absoluto(P(ds)-Pi)

**VA(P(ds)-pi-1)** = Valor Absoluto(P(ds)- Pi anterior).

**Tabla 16**

*Prueba de Kolmogorov - Smirnov para diferencia de datos*

<b>Descripción</b>	<b>Dif. Receptor Gns y Dron</b>	<b>Dif. Receptor Gns y Gns Mobile Mapper</b>
DMAS	0.07174	0.08506
DMENOS	-0.99893	-0.99959
DN	0.07174	0.08506



VALOR - P	0.00002	0.0001
-----------	---------	--------

Nota: valores obtenidos de la prueba de normalidad.

Como se puede observar en la tabla 18 el valor – P es menor a 0.05, proveniente del 95% por lo que deducimos que los datos no provienen de una distribución normal.

Al tener 78 datos, posteriormente calcularemos el DN por lo que utilizaremos la tabla del test de Kolmogorov – Smirnov sobre bondad de ajuste, aplicando la fórmula para datos mayores a 50 con un nivel de confianza del 0.05.

$$DN = 1.36/\sqrt{78}$$

$$DN = 0.1539$$

El resultado DN= 0.1539 es mayor a 0.07174 y 0.08506, por lo tanto, en ambos casos no son datos normales por lo que son datos no paramétricos, en ese sentido utilizaremos estadística no paramétrica como la prueba de Wilcoxon.

- Prueba no paramétrica de Wilcoxon

Hipótesis nula: no existe diferencia estadísticamente significativa entre las medianas

Hipótesis alterna: existe diferencia estadísticamente significativa entre las medianas

Se procede a insertar las dos muestras, tanto las diferencias obtenidas con Dron y receptor GNSS South Galaxy G3, así como las

diferencias obtenidas con GNSS MÓBIL MAPPER 60 y receptor GNSS South Galaxy G3.

Luego analizaremos los datos en el programa IBM SPSS con la prueba de Wilcoxon que es una prueba no paramétrica de muestras relacionadas.

### Figura 33

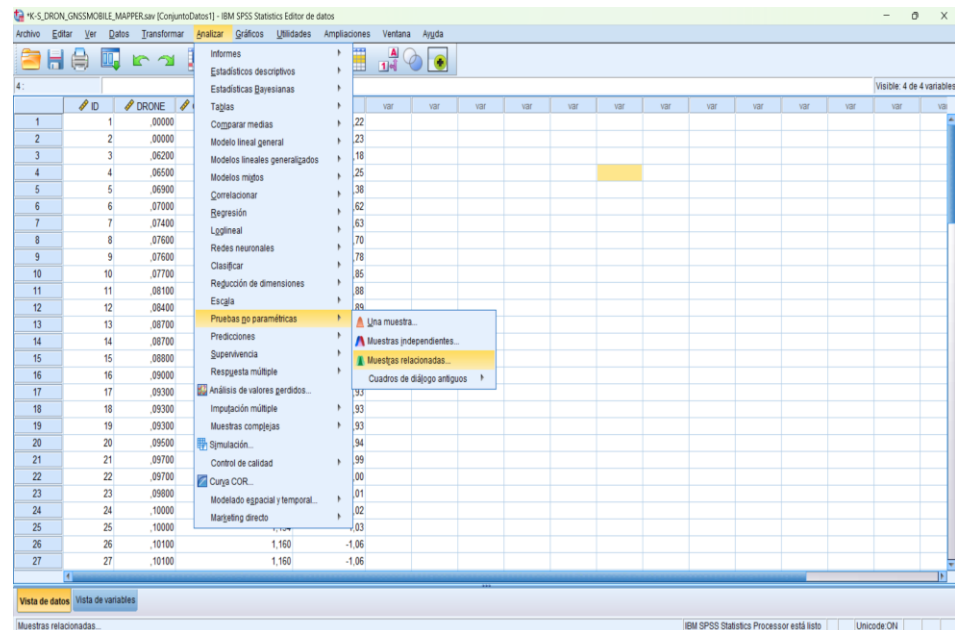
*Análisis en el software IBM SPSS*

ID	DRONE	GNSS_MOBILE_MAPPER	Diferencia
1	00000	223	-22
2	00000	231	-23
3	06200	241	-18
4	06500	318	-25
5	06900	450	-38
6	07000	686	-62
7	07400	700	-63
8	07600	777	-70
9	07600	857	-78
10	07700	922	-85
11	08100	958	-88
12	08400	969	-89
13	08700	976	-89
14	08700	1.003	-92
15	08800	1.014	-93
16	09000	1.016	-93
17	09300	1.021	-93
18	09300	1.021	-93
19	09300	1.026	-93
20	09500	1.037	-94
21	09700	1.087	-99
22	09700	1.097	-1,00
23	09800	1.110	-1,01
24	10000	1.117	-1,02
25	10000	1.134	-1,03
26	10100	1.160	-1,06
27	10100	1.160	-1,06

Nota: datos de diferencias obtenidas con Dron y GNSS MOBILE MAPPER 60.

**Figura 34**

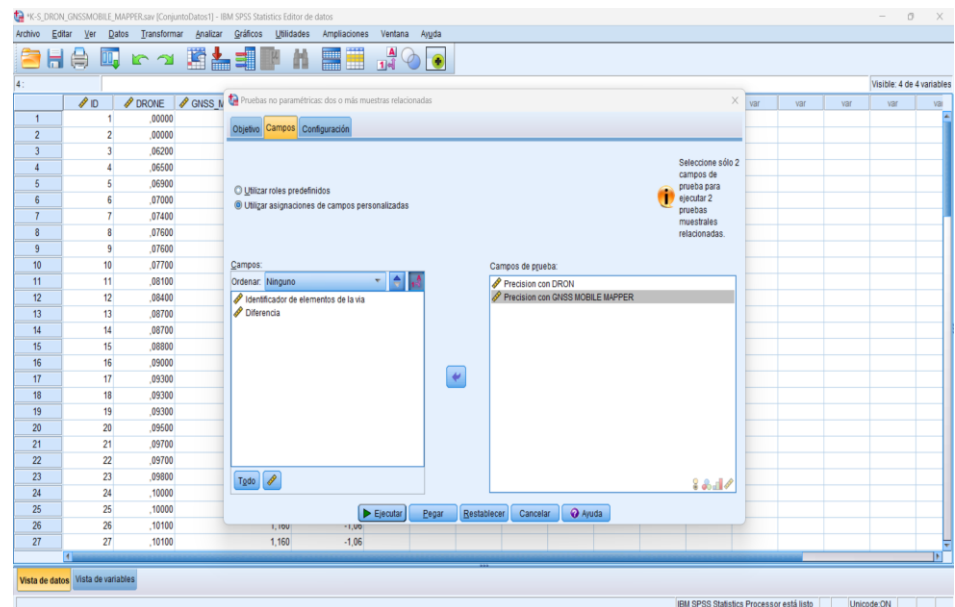
*Prueba de Wilcoxon*



Nota: Análisis en la prueba no paramétrica de muestras relacionadas.

**Figura 35**

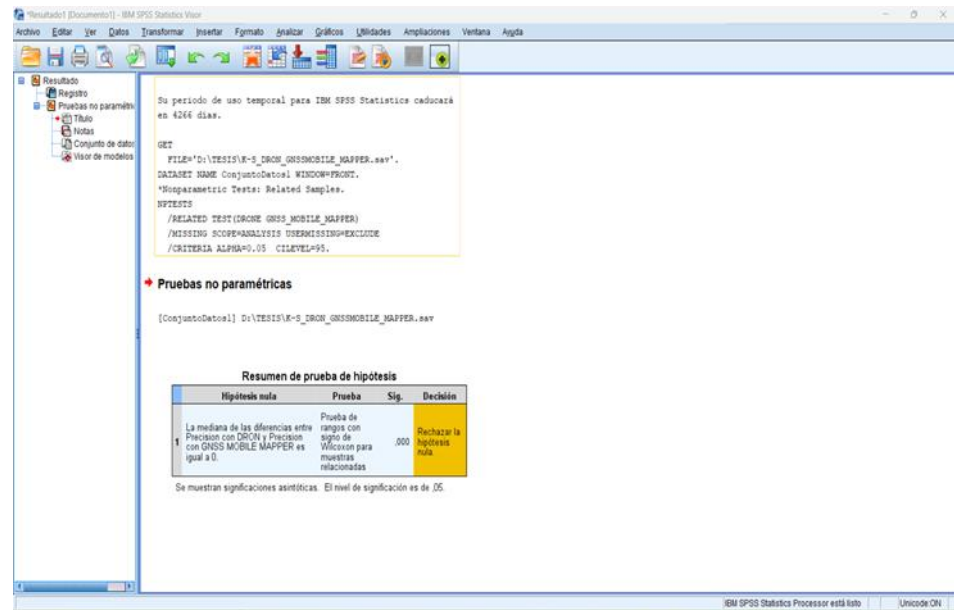
*Ejecución de análisis de muestras relacionadas*



Nota: Se procede a seleccionar las dos muestras en los campos de prueba.

**Figura 36**

*Resultado de la prueba de Wilcoxon*



Nota: resultado final de comparación de medianas.

Como se puede observar en la tabla 13 en el cual se realiza el cálculo de estadística descriptiva de ambos equipos tanto el DJI Drone Phantom 4 pro y el GNSS MOBILE MAPPER 60, comparados frente a las coordenadas de receptor GNSS South Galaxy G3, nos da como resultado de media aritmética del equipo Dron: 0.12345m y el valor de media aritmética del equipo GNSS MOBILE MAPPER 60, es de 1.93249m, por lo que realizando una diferencia de ambos datos nos da 1.80904 metros, este último dato es la diferencia de ambos equipos.

Así mismo el programa IBM SPSS es donde se analizan los datos en la prueba no paramétrica de Wilcoxon, tal cual se da a conocer en las figuras 34,35,36, tanto del equipo DJI Drone Phantom 4 pro como del equipo GNSS MOBILE MAPPER 60, en la figura 37 observamos el resumen de prueba de hipótesis con grado de significancia de 0.05, en la cual se rechaza la hipótesis nula aceptando la hipótesis alterna, dándonos a entender que, si existe diferencia en la precisión de datos obtenidos por



Dron y GNSS MOBILE MAPPER 60, siendo el DJI Drone Phantom 4 pro el equipo con mayor precisión.

#### 4.1.3.2. Prueba estadística para el segundo objetivo

- Determinar la diferencia en el tiempo de recolección y postproceso de la información de los elementos viales georreferenciados por fotogrametría con DRON y GNSS MOBILE MAPPER 60, en la carretera Palermo – Lacalaca KM 2+000 hasta el KM 5+000.

Para determinar la diferencia de tiempos de recolección y postproceso de la información de los elementos viales georreferenciados con estos dos equipos, tomamos en cuenta las etapas de pre – campo, campo, post – campo con sus respectivas actividades.

**Tabla 17**

*Tiempo de ejecución con Dron*

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO(HH/MM/SS)</b>
<b>Pre - campo:</b> Planificación y configuración de vuelo	00h 40min 00s
<b>Campo:</b> Recopilación de datos en campo	00h 26min 54s
<b>Post – Campo:</b> gabinete	00h 47min 23s
<b>TOTAL</b>	<b>01h 54min 17s</b>

Nota: En la tabla se muestra cada tiempo invertido en las diferentes etapas de trabajo.



**Tabla 18**

*Tiempo empleado con GNSS MOBILE MAPPER 60.*

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO(HH/MM/SS)</b>
<b>Pre – campo:</b> Análisis de la red vial	00h 20min 00s
<b>Campo:</b> Levantamiento de información	06h 00min 00s
<b>Post - campo:</b> Validación e integración de bancos de datos.	03h 10min 00s
<b>TOTAL</b>	<b>09h 30min 00</b>

Nota: La tabla muestra cada etapa con cada una de las actividades realizadas.

**Tabla 19**

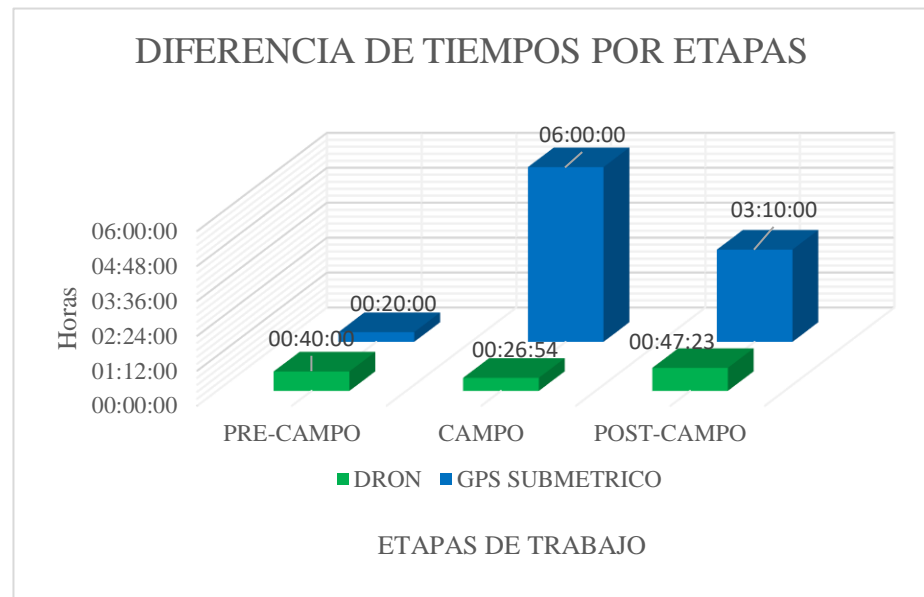
*Diferencia de tiempo empleado con ambos equipos*

<b>DIFERENCIA DE TIEMPO</b>				
<b>EQUIPO</b>	<b>PRE-CAMPO</b>	<b>CAMPO</b>	<b>POST-CAMPO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>DRON</b>	00h 40min 00s	00h 26min 54s	00h 47min 23s	01h 54min 17s
<b>GNSS MOBILE MAPPER 60</b>	00h 20min 00s	06h 00min 00s	03h 10min 00s	09h 30min 00s
<b>DIFERENCIA</b>	00h 20min 00s	05h 33min 06s	02h 22min 37s	<b>07h 35min 43s</b>

Nota: la tabla muestra los resultados finales de diferencias de trabajo con cada equipo.

**Figura 37**

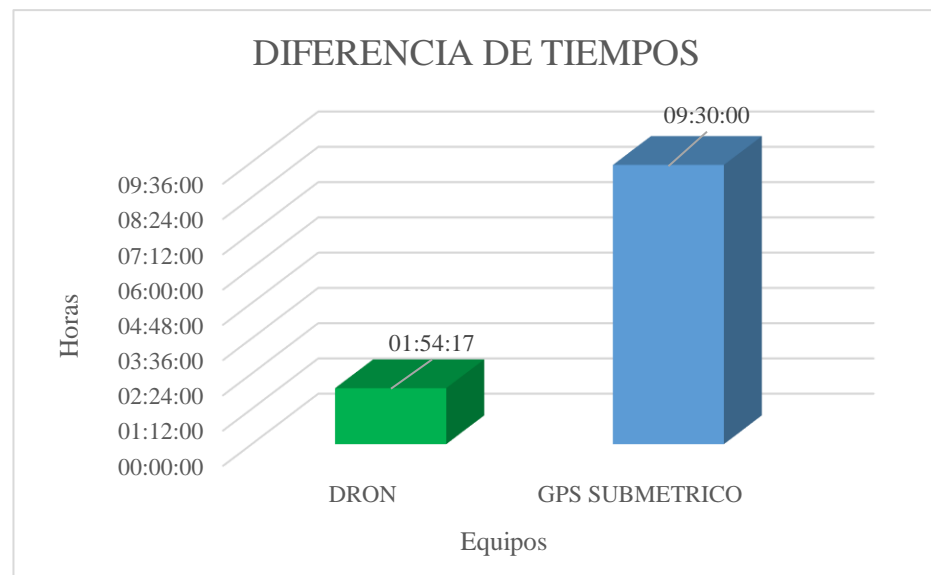
*Diferencia de tiempos por etapas de trabajo*



Nota: El grafico muestra la diferencia de tiempo de cada equipo con sus respectivas etapas.

**Figura 38**

*Diferencia total de tiempos empleados*



Nota: la tabla muestra los resultados finales de diferencias de trabajo con cada equipo.



En la tabla 17 podemos observar el tiempo efectuado con sus respectivas actividades realizadas, dando un tiempo empleado con Dron de 01h 54min 17s, en la tabla 18 que muestra el tiempo del GNSS MOBILE MAPPER 60, igualmente con sus respectivas actividades es de 09h 30min 00s, teniendo estos datos la tabla 19 muestra la diferencia de ambos equipos que es de: 07h 35min 43s, así también se realizó los histogramas de diferencias de tiempo para su mejor interpretación visual , finalmente deducimos que el dron resulta ser el equipo con menor tiempo de trabajo existiendo diferencia frente al GNSS MOBILE MAPPER 60.

#### **4.1.3.3. Prueba estadística para el tercer objetivo**

- Determinar la diferencia en el costo de inversión de los recursos empleados en la toma de datos de los elementos viales georreferenciados por fotogrametría con DRON y GNSS MOBILE MAPPER 60, en la carretera Palermo – Lacalaca KM 2+000 hasta el KM 5+000.

Para determinar el costo de inversión de los recursos empleados en la toma de datos de los elementos viales georreferenciados con cada equipo, se tuvo en cuenta la mano de obra, materiales y herramientas a utilizar, en el caso de este proyecto se trabajó 3 kilómetros por lo que el monto se da de acuerdo a la muestra.



**Tabla 20**

*Costo empleado con Dron*

<b>COSTO EN 3 KM</b>					<b>535.00</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Recurso</b>					
<b>Mano de Obra</b>					
Ingeniero	día	1	0.5000	200.00	100.00
Asistente	día	1	0.5000	85.00	42.50
Chofer	día	1	0.5000	75.00	37.50
					<b>180.00</b>
<b>Materiales</b>					
Pintura	und		1.0000	5.00	5.00
					<b>5.00</b>
<b>Equipos y Herramientas</b>					
Dron	hm	1	1.0000	200	200.00
Camioneta	día	1	0.5000	300	150.00
					<b>350.00</b>

Nota: la tabla muestra los recursos empleados con Dron con su respectivo costo.

**Tabla 21**

*Costo empleado con GNSS MOBILE MAPPER 60*

<b>COSTO EN 3 KM</b>					<b>821.10</b>
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Recurso</b>					
<b>Mano de Obra</b>					
ingeniero	día	1	1.0000	200.00	200.00
Asistente	día	1	1.0000	85.00	85.00
Chofer	día	1	1.0000	75.00	75.00
Ayudante	día	1	1.0000	50.00	50.00



<b>410.00</b>					
<b>Materiales</b>					
pizarra	und		1.0000	15.00	15.00
Plumones	und		1.0000	2.00	2.00
Fichas	und		8.0000	0.10	0.80
Lapicero	und		1.0000	1.00	1.00
<b>18.80</b>					
<b>Equipos y Herramientas</b>					
Herramientas manuales					
GNSS Mobile	% mo		3.0000		12.30
Mapper60	día	1	1.0000	80	80.00
Camioneta	día	1	1.0000	300	300.00
<b>392.30</b>					

Nota: la tabla muestra los recursos empleados con GNSS MOBILE MAPPER 60.

**Tabla 22**

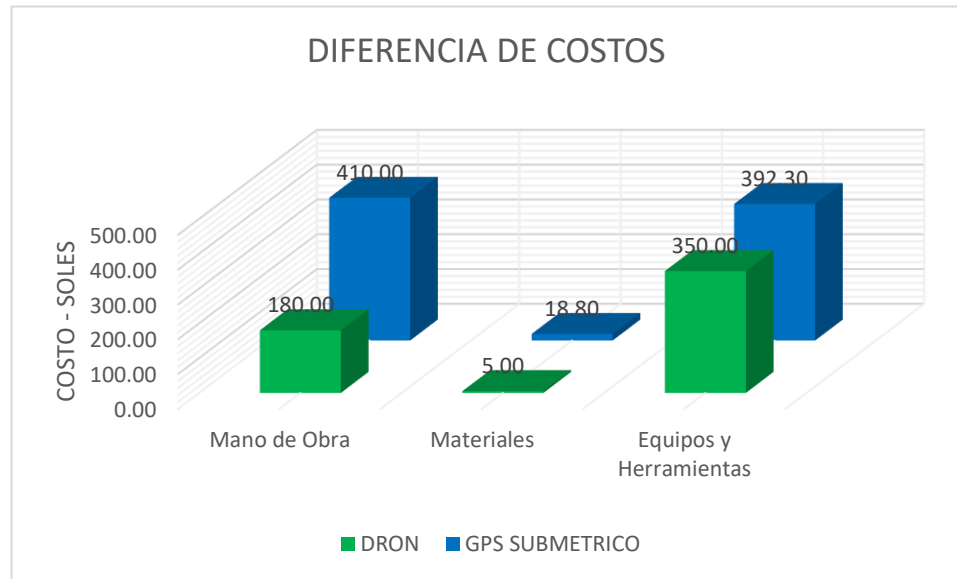
*Diferencia de costos*

<b>DIFERENCIA DE COSTOS</b>				
<b>EQUIPO</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>Materiales</b>	<b>Equipos y Herramientas</b>	<b>COSTO TOTAL S/.</b>
<b>DRON</b>	180.00	5.00	350.00	535.00
<b>GNSS MOBILE MAPPER 60</b>	410.00	18.80	392.30	821.10
<b>DIFERENCIA</b>	<b>230.00</b>	<b>13.80</b>	<b>42.30</b>	<b>286.10</b>

Nota: la tabla muestra los resultados finales de diferencias de costos con cada equipo.

**Figura 39**

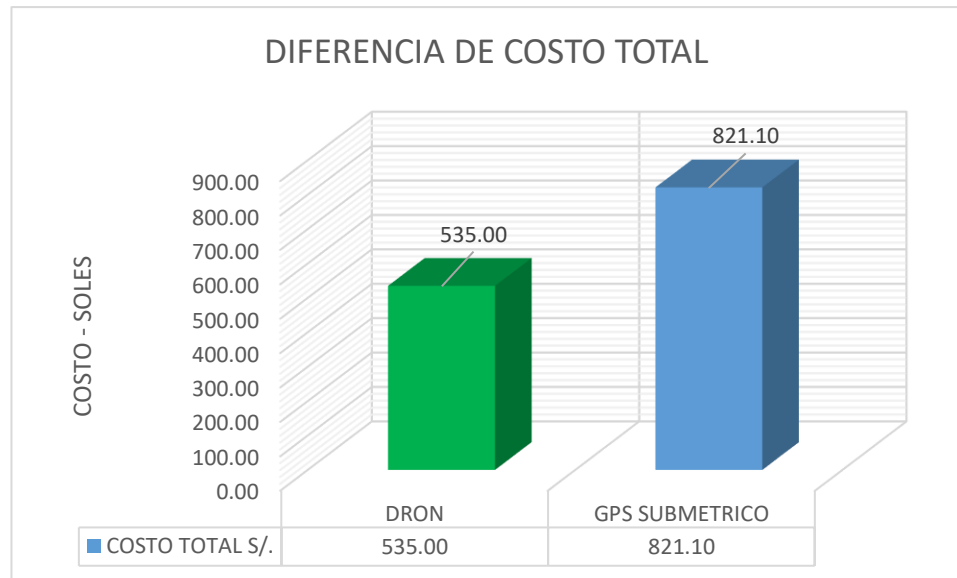
*Diferencia de costos por recurso*



Nota: El histograma muestra los recursos empleados con su costo.

**Figura 40**

*Diferencia total de costo por equipo*



Nota: Histograma de resultados finales con la debida diferencia entre el Dron y GPS submétrico.



La tabla 20 nos da a conocer el costo invertido para la realización de recolección de datos de los elementos viales georreferenciados con Dron con un monto de 535.00 soles y la tabla 21 nos da el monto invertido con GNNS MOBILE MAPPER 60 ,el cual es de un monto de 821.10 soles, en ese sentido calculamos la diferencia de montos, como se puede observar en la tabla 22, con un resultado de 286.10 soles, lo que quiere decir que el trabajo implementando el equipo Dron es de menor costo frente al trabajo con MOBILE MAPPER 60, donde si existe una diferencia en el levantamiento de información de elementos de la vía con ambos equipos.



## V. CONCLUSIONES

- PRIMERA:** La precisión obtenida del equipo DJI Drone Phantom 4 pro, tiene una diferencia de 1.809 metros respecto a la precisión obtenida del GNSS MOBILE MAPPER 60, la diferencia promedio en Este=0.699m. y en Norte=0.301m, todo esto se obtuvo en la comparación frente a puntos de control base que fueron colocados por un GNSS South Galaxy G3 para tener datos más precisos.
- SEGUNDA:** En cuestión de factores de tiempo existe diferencia respecto al tiempo de recolección de datos como también en el tiempo de postproceso de ambos equipos, es por eso que la comparación de resultados de este indicador da entender que el equipo con menor tiempo de trabajo es el DJI Drone Phantom 4 pro con 01h 54min 17s, y el que requiere mayor tiempo de trabajo es el GNSS MOBILE MAPPER 60, con 09h 30min 00 s, teniendo una diferencia entre los dos equipos de 07h 35min 43s, por ende el equipo DJI Drone Phantom 4 pro, es el equipo más recomendable para trabajos que requieran nuevas tecnologías en disminución de tiempos en este tipo de proyectos.
- TERCERA:** Para obtener el costo de los trabajos realizados con ambos equipos se realizó un análisis de precio en los cuales se tomó en cuenta la mano de obra, equipos y materiales con los que se trabajó tanto con el DJI Drone Phantom 4 pro en el que se obtuvo un costo de 535.00 soles y en el GNSS MOBILE MAPPER 60 el monto invertido fue 821.10 soles, las cuales son cantidades distintas, existiendo la diferencia de 286.10 soles, siendo el DJI Drone Phantom 4 pro el equipo con menor porcentaje de inversión y el GNSS MOBILE MAPPER 60, el equipo con mayor inversión.



## VI. RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Se recomienda para trabajos de precisión, verificar y calibrar el equipo a utilizar, ya sean los sistemas de navegación o los sensores, de la misma manera conocer las condiciones climáticas, así evitar obtener datos erróneos del levantamiento de información.
- SEGUNDA:** En la etapa de postproceso se debe de utilizar softwars recomendados ya sea el Agisoft metashape o Pixad, en el caso de esta investigación se usó el agisoft metashape.
- TERCERA:** En el sentido de precisión de equipos aún se debe de tener en cuenta los nuevos avances tecnológicos ya que los resultados serán provenientes de ello, así mismo la metodología de trabajo que realicen, como también la distancia y área del proyecto.
- CUARTA:** En el caso de costos, va depender de los días de trabajo y el personal que se necesite, por lo que se debe de planificar adecuadamente los tiempos de trabajo en campo y gabinete, así minimizar costos de inversión.
- QUINTA:** Los tiempos de trabajo se pueden optimizar siempre y cuando tengas una planificación detallada de la ruta a recorrer, monitoreando condiciones climáticas y revisando el equipo a utilizar el cual debe de estar en perfectas condiciones, así evitar retrasos a la hora de realizar los trabajos de campo, de la misma manera para la etapa del postproceso se debería de utilizar softwars que colaboren a un proceso más rápido y eficaz para la automatización de la información.



## VII. REFERENCIAS

- Asiva Noor Rachmayani. (2015). *No e.* 6.
- Banda-I, M. S. S., Tasa, H., Wifi, A., Almacenamiento, G. B. S. S. D., Transmisi, U. S. B., Soporta, U. S. B., Formato, H., Est, R. M. S., Est, R. M. S., Ppk, R. M. S., Rtk, R. M. S., Rtk, R. M. S., Sbas, R. M. S. P., L-band, D., Bluetooth, R., Operativo, S., Botones, L., On, P., & Secondary, T. (n.d.). *GALAXY G3 Indicadores LED con full color Más ligero y más rápido.* 39, 1–4.
- Brunini, C., Mackern, V., Noguera, G., Carnaglia, L., & Mangiaterra, A. (2019). rupo de Grupo de Geodesia Satelital de Rosario. *Georreferenciación, 1(0)*, 58.  
[https://www.fceia.unr.edu.ar/gps/cursos/Georreferenciacion\\_2019.pdf](https://www.fceia.unr.edu.ar/gps/cursos/Georreferenciacion_2019.pdf)
- Caldas Matta, A. N., Cabrera Sánchez, B. C., Chambi Donayre, R. Y., & Rosas Abregu, S. G. (2022). Business consulting – Programa regional de titulación de tierras para la región Ica. In *Pucp*.  
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/23507>
- Calero Jimenez, N. M., Magaña Monge, A. O., & Soriano Melgar, E. (2019). Análisis Comparativo Entre Levantamientos Topográficos Con Estación Total Como Método Directo Y El Uso De Drones Y Gps Como Métodos Indirectos. Presentado. *Universidad De El Salvador Facultad De Ingeniería Y Arquitectura Escuela De Ingeniería Civil Análisis*, 168.
- Datos, F. D. E. (n.d.). *MobileMapper 60.* 64–65.
- Dávalos Gonzales, P. (2004). *Aerofotogrametría Inteligente AFI.* 1–51.
- Davila, F. (2012). *Georreferenciación de documentos cartográficos para la gestión de Archivos y Cartotecas. "Propuesta Metodológica"*; DÁVILA MARTÍNEZ, FRANCISCO JAVIER.  
<http://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/CTC-Ibercarto-V-Georreferenciacion.pdf>
- De, U. (n.d.). *No Title.*
- DJI. (2017). Manual del Usuario Phantom 4 PRO/PRO+. *Dji*, 477, 1–43.



- Duran, A. A., & Estrella, Y. (2022). *Análisis comparativo en la precisión y costos de los planos catastrales obtenidos con dron, estación total y sistema de posicionamiento global del centro poblado Uros Chulluni de Puno*. 116.  
<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/19245>
- ENGIN. (2009). Exactitud Y Precisión. *Asc*, 5, 65–86.  
[https://formacion.intef.es/pluginfile.php/246707/mod\\_resource/content/1/exactitud\\_y\\_precisin.html](https://formacion.intef.es/pluginfile.php/246707/mod_resource/content/1/exactitud_y_precisin.html)
- Fernández, R. (2019). Herramientas Virtuales (Bim) Para El Diseño Y Modelado De Obras De Infraestructura Vial – Paso a Desnivel. *Universidad Nacional De Ingenieria*, 132–159. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/4599>
- Ferreira, M. R., & Aira, V. G. (n.d.). *Aplicaciones topográficas de los drones. 1*.
- Huanca, S. G. (2022). Universidad Nacional Del Altiplano Universidad Nacional Del Altiplano. *Tesis*, 1–168.  
[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza\\_Mamani\\_Joel\\_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza_Mamani_Joel_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ibañez-Asensio, S., Gisbert-Blanquer, J. M., & Moreno-Ramón, H. (2011). El sistema de coordenadas utm. *Universidad Politecnica de Valencia*, 1(1), 1–9.  
<http://hdl.handle.net/10251/10772>
- Instituto Geográfico Nacional del Perú. (2015). *Revista el Geógrafo. Revista*, 11.
- Leonardo, C., & Priesseng, M. (n.d.). *No Title*.
- Mamami, H. (2019). Levantamiento topográfico tradicional y aerofotogrametrías desde vehículos aéreos no tripulados (Vant- Drones ), comparación de coordenadas horizontales y verticales. *Revista Tecnológica*, 16, 6.  
[http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rtft/v16n22/v16n22\\_a02.pdf](http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rtft/v16n22/v16n22_a02.pdf)
- Manual IV - Parte IV.pdf*. (n.d.).
- Mauliddiyah, N. L. (2021).
- Orellana Ramírez, R. (2021). *Aerofotogrametría para principiantes AEROFOTOGAMETRÍA PARA PRINCIPIANTES Vehículos aéreos no*



*tripulados*. [www.ingeodat.cl](http://www.ingeodat.cl)

- Pajuelo, G. (2021). *Análisis comparativo del sistema de mapeo móvil inercial y los equipos GNSS/GPS utilizados en el inventario vial de rutas vecinales de la provincia de Cusco*. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/16427>
- Quispe, F. (2012). Marco teórico de los de costos. *Costos y Presupuestos*, 7–46.  
[https://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/7438/1/Fundamentos de Costos 7-46.pdf](https://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/7438/1/Fundamentos%20de%20Costos%207-46.pdf)  
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/7438/1/Fundamentos de Costos 7-46.pdf>  
<https://www.mendeley.com/viewer/?fileId=4a3c1f9a-35c1-d6f1-0e95-95fd0570ac2b&docu>
- Santana Omar, Gómez Felipe, López Nadia, Sáenz José, & Espinoza Arturo. (2020). Análisis comparativo de levantamiento topográfico tradicional y tecnología de Drones. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 14(2), 2020. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/journal/1939/193963490001/193963490001.pdf>
- Syariah, K. B., & Ilmu, G. (n.d.). *No september 2016*, 1–6.

## ANEXOS

### ANEXO 1. Descripción monográfica de PC - 01.

<b>PROYECTO DE INVESTIGACION – ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TOPOGRAFICA Y AGRIMENSURA</b> <b>DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA</b>			
NOMBRE PC - 01	CÓDIGO PC - 01	LOCALIDAD JULI	ESTABLECIDA POR: A&F Constructores y Consultores. E.I.R.L
UBICACIÓN: JULI, DISTRITO DE JULI, PROVINCIA DE CHUCUITO, DEPARTAMENTO DE PUNO.		CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA: El punto se distingue con un disco de bronce grabado con el código PC - 01	
LATITUD (S) WGS-84 16°14'51.18484" S	LONGITUD (W) WGS-84 69°29'03.64334" W	NORTE (N) WGS-84 8203620.350	ESTE (E) WGS-84 448242.889
ALTURA ELIPSOIDAL 3881.591		ELEVACIÓN (EGM08) 3836.757	ZONA UTM 19K
ORDEN DEL PUNTO GEODÉSICO C			
CROQUIS TOPOGRÁFICO		IMAGEN DE RASTREO DE ANTEN	
		IMAGEN DEL PUNTO	
DESCRIPCIÓN			
PC - 01: Se ubica al lado este de la carretera 3s y pu-129 aproximadamente 7.2 km desde el distrito de juli, dicho punto se encuentra incrustado en un pilar de concreto con disco de bronce grabado.			
DESCRITA POR:	REVISADO POR:	JEFE DE PROYECTO:	FECHA:
	 <b>ING. ALEX MILTON AGUILA QUISPE</b> VERIFICADOR CATASTRAL CVC: 016531 WCP2RXIII CIP. 263290	 Y.C.T.E.	Abril del 2023

**ANEXO 2.** Descripción monográfica de PC - 02.

<p align="center"><b>PROYECTO DE INVESTIGACION – ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TOPOGRAFICA Y AGRIMENSURA</b></p> <p align="center"><b>DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA</b></p>			
NOMBRE PC - 02	CÓDIGO PC - 02	LOCALIDAD JULI	ESTABLECIDA POR: A&F Constructores y Consultores. E.I.R.L
UBICACIÓN: JULI, DISTRITO DE JULI, PROVINCIA DE CHUCUITO, DEPARTAMENTO DE PUNO.		CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA: El punto se distingue con un disco de bronce grabado con el código PC - 02	
LATITUD (S) WGS-84 16°14'17.37640"S	LONGITUD (W) WGS-84 69°29'16.29500"W	NORTE (N) WGS-84 8204658.320	ESTE (E) WGS-84 447864.864
ALTURA ELIPSOIDAL 3874.329		ELEVACIÓN (EGM08) 3829.483	ZONA UTM 19K
ORDEN DEL PUNTO GEODÉSICO <b>C</b>			
CROQUIS TOPOGRÁFICO		IMAGEN DE RASTREO DE ANTENA	
		IMAGEN DEL PUNTO	
DESCRIPCIÓN			
PC - 02: Se ubica al lado este de la carretera 3s y pu-129 aproximadamente 6.0 km desde el distrito de juli, dicho punto se encuentra incrustado en un pilar de concreto con disco de bronce grabado.			
DESCRITA POR:	REVISADO POR:	JEFE DE PROYECTO:	FECHA:
	 <b>ING. ALEX MILTON AGUILA QUISPE</b> VERIFICADOR CATASTRAL C.V.C: 016531 WCPZR XIII CIP. 263290	 Y.C.R.	ABRIL del 2023

### ANEXO 3. Formulario GNSS de rastreo permanente.

	<b>INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL</b> <b>DIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA</b> <b>DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO</b>	
<b><u>FORMULARIO DE INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS DE RASTREO PERMANENTE</u></b>		
<b>0. DATOS GENERALES:</b>		
<b>Preparado por:</b>	Departamento de Procesamiento Geodésico	
<b>Realizado:</b>	15 de diciembre 2020	
<b>Versión:</b>	3.0.0	
<b>1. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS:</b>		
<b>Nombre:</b>	Yunguyo	
<b>Código Nacional:</b>	PU03	
<b>Código Internacional:</b>	42251M001	
<b>Inscripción:</b>	Placa de bronce	
<b>Orden de la estación:</b>	"0"	
<b>Fecha de monumentación:</b>	6 de abril de 2010	
<b>2. INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN:</b>		
<b>Departamento:</b>	Puno	
<b>Provincia:</b>	Yunguyo	
<b>Distrito:</b>	Yunguyo	
<b>Ubicación de la estación:</b>	Municipalidad Provincial de Yunguyo	
<b>CROQUIS DE UBICACIÓN</b>		
		
		
FECHA: 7/06/2022 02:35 / COMPROBANTE DE PAGO ELECTRÓNICO: N°		
PU03 1   4		



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



**3. COORDENADAS DE LA ESTACIÓN:**

<b>Sistema de referencia:</b> GRS80 / WGS84	<b>Marco de referencia:</b> ITRF2000
---	--------------------------------------

**3.1. GEODÉSICAS:**

<b>Latitud (S)</b>	<b>Longitud (O)</b>
16°14'40.84934"	69°05'34.89112"
<b>Altura Elipsoidal (m)</b>	<b>Factor de escala combinado</b>
3888.3268	0.999601221951

**3.2. CARTESIANAS**

<b>X (m)</b>	<b>Y (m)</b>	<b>Z (m)</b>
2187084.5323	-5725316.8680	-1773827.1368

**3.3. UTM**

<b>Este (m)</b>	<b>Norte (m)</b>
490059.2748	8203996.8787
<b>Zona: 19 Sur</b>	

**4. INFORMACIÓN SOBRE EL EQUIPO GNSS**

**4.1. RECEPTOR:**

**Modelo:** NET R9 TRIMBLE, Doble frecuencia  
**N° de serie:** 5750R51758  
**Versión del firmware:** 5.37  
**Fecha de instalación:** 11 de noviembre de 2020  
**Ubicación del receptor:** El receptor se encuentra dentro de una caja metálica de color blanco humo empotrada en la pared, ubicada en la Oficina de la Unidad Formuladora de la Municipalidad Provincial de Yunguyo.

**4.2. ANTENA:**

**Modelo:** Zephyr Geodetic Model 3 (L1,L2) Trimble  
**N° de serie:** 1551129476  
**Cubierta protectora:** con domo  
**Medición de la antena:** ARP  
**Altura de la antena:** 0.0750 m  
**Fecha de instalación:** 11 de noviembre de 2020  
**Ubicación de la antena:** La antena está instalada sobre un monumento de concreto de 1.50 m de alto y 30 cm x 30 cm de ancho de color blanco, ubicada en el techo de la mencionada institución.

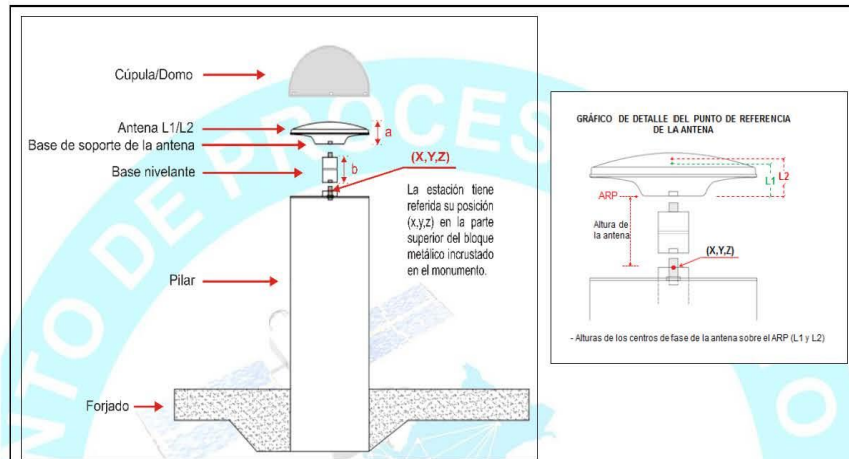


**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**DIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA**  
**DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO**



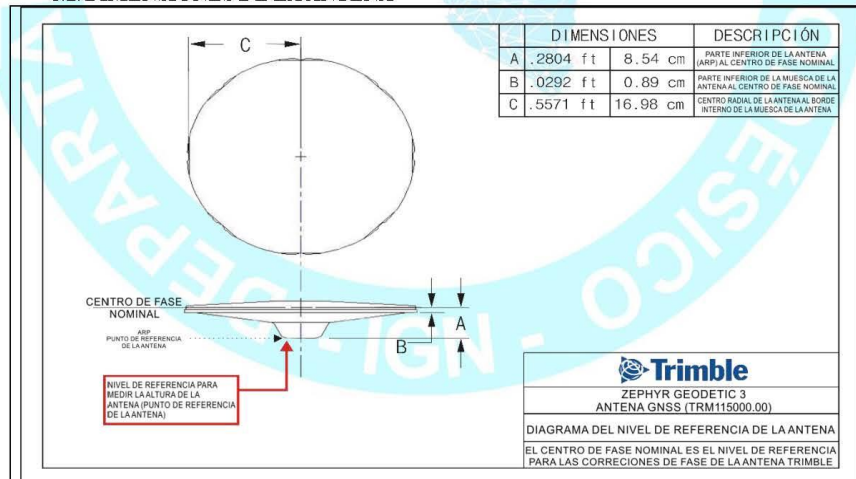
**5. ESQUEMA DE LA ESTACIÓN**

**5.1. ESQUEMA DE ALTURA DE LA ANTENA**



<b>a = 8.54 cm</b>	Distancia de compensación del centro de fase. (Phase Center Offset)
<b>b = 7.50 cm</b>	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**  
**DIRECCIÓN 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:** 15 al 28 de noviembre 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:** [cpg@ign.gob.pe](mailto:cpg@ign.gob.pe) / [sirgas\\_peru@ign.gob.pe](mailto:sirgas_peru@ign.gob.pe)  
**Web site:** [http://209.45.65.186/rastreo\\_permanente](http://209.45.65.186/rastreo_permanente)



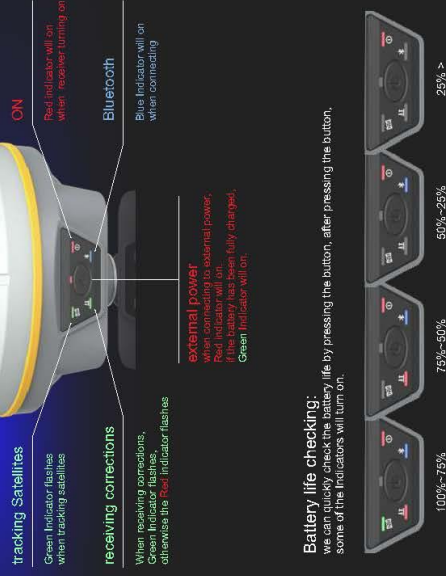
## Colourful LED indicators

The colourful LED indicators can briefly show the current status.



## Lighter and Faster

Only **790g** in weight, G3 is still packaged with the magnesium alloy shell. Highly integrated design, smaller and lighter, easy to use in the field.



## ANEXO 5. Especificaciones técnicas de Dron.

Descripción	Especificaciones Técnicas
<b>AERONAVE</b>	
Peso (baterías y hélices incluidas)	1375g
Tamaño diagonal (hélices excluidas)	350mm
Velocidad máx. de ascenso	Modo S: 6 m/s Modo P: 5 m/s
Velocidad máx. de descenso	Modo S: 4m/s Modo P: 3m/s
Velocidad máx.	Modo S: 72 km/h Modo A: 58km/h Modo P: 50km/h
Ángulo de inclinación máx.	Modo S: 42° Modo A: 35° Modo P: 25°
Velocidad angular máx.	Modo S: 250°/s Modo P: 150°/s
Altura máx. de servicio sobre el nivel del mar	6000m
Resistencia máx. al viento	10 m/s
Tiempo máx. de vuelo	aprox. 30m
Rango de temperatura de funcionamiento	de 0 a 40 °C
Sistemas de posicionamiento por satélite	GPS/GLONASS
Rango de precisión de vuelo estacionario	Vertical: ±0.1m (con posicionamiento visual) ±0.5m (Con posicionamiento por GPS) Horizontal: ±0.3m (con posicionamiento visual) ±1.5m (Con posicionamiento por GPS)
<b>ESTABILIZADOR</b>	
Estabilización	3 ejes (Inclinación, mov. Vertical y rotación)
Intervalo controlable	Inclinación: -90° a 30°
Velocidad angular máx. controlable	Inclinación: 90°/s
Intervalo de vibración angular	±0.02°
<b>CAMARA</b>	
Sensor	1.2.3" CMOS pixeles efectivos: 20MP
Objetivo	FOV 84° 8.8mm / 24mm / f/2.8-f/11 enf. 1m-∞
Video	100 - 3200 (auto)
Rango ISO	100 - 6400 (manual) Foto: 100 - 3200 (auto) 100 - 12800 (manual)
Velocidad de obturador mecánico	8-1/2000s
Tamaño máximo de imagen	3:2 proporción d eimagen: 5472x3648 4:3 proporción d eimagen: 5864x3648 16:9 proporción d eimagen: 5472x3078
Modos de fotografía	Disparo único Disparo en ráfaga: 3/5/7/10/14fotogramas Exposición automática en horquillado (AEB), 3/5 Intervalo: 2/3/5/7/10/15/20/30/60 s
Modos de video	H.265 C4K - 4K - 2.7K - FHD - HD H.264 C4K - 4K - 2.7K - FHD - HD
Tasa de bits máx.	100mbps
Sistema de archivos compatibles	FAT32 (<32GB); exFAT (>32GB)
Foto	JPEG, FNG (RAW), JPEG+DNG
Video	MP4/MOV (AVC/H.264; HEVC/H.265)
Tarjetas SD Compatibles	MicroSD máx128GB. Clase 10 ó UHS-1
<b>BATERIA DE VUELO INTELIGENTE</b>	
Capacidad	5870 mAh
Voltaje	15.2V
Tipo de batería	Lipo 4S
Energía	89.2 Wh
Peso neto	468g
Temperatura de operación	De 5 a 40°C
Potencia de carga máx.	160W
<b>CARGADOR</b>	
Voltaje	17.4 V
Potencia nominal	100 W

## ANEXO 6. Especificaciones técnicas de GNSS Mobile Mapper 60.



**MobileMapper 60**

**FICHA DE DATOS**

<b>Batería de alta capacidad</b>	Recogida de datos GNSS mediante smartphone más rápida, sencilla y clara. El robusto MobileMapper® 60 ofrece una durabilidad, eficiencia y precisión superiores para la recogida de datos portátil profesional.
<b>Pantalla de 6 pulg. (15,2 cm) brillante y de alta resolución</b>	El smartphone y receptor GNSS todo en uno MobileMapper 60 ofrece lo último en precisión y comodidad para la recogida de datos geoespaciales portátil. Su diseño delgado, ligero y resistente, con correa de mano, presenta una gran pantalla de alta resolución que facilita la visualización y la manipulación de datos.
<b>Certificaciones militares, MIL-STD-810G</b>	Cuenta con la última versión de Android™ 8.0 y con un rápido procesador de 2.2 GHz, 4 GB de memoria, 64 GB de almacenamiento y una batería que dura toda la jornada, para poder gestionar grandes conjuntos de datos de forma rápida y sencilla. MobileMapper 60, con Bluetooth®, 4G LTE, y capacidad Wi-Fi, resulta perfecto para una gran variedad de tareas, incluidos trabajos catastrales, topográficos, de levantamiento, forestales, de infraestructuras y mucho más.
<b>Receptor GNSS con soporte SBAS</b>	<b>MobileMapper 60: el compañero más flexible para las misiones diarias</b>
<b>Android 8.0</b>	
<b>Wi-Fi, Bluetooth y datos móviles 4G LTE</b>	
<b>Rápido procesador de 2,2 GHz</b>	
<b>Posprocesamiento</b>	



**ANEXO 7.** Plano de coordenadas de los elementos de la vía obtenidos con GNSS South Galaxy G3.

**ANEXO 8.** Plano de coordenadas de los elementos de la vía obtenidos con DJI Drone Phantom 4 pro.




**ANEXO 9.** Plano de coordenadas de los elementos de la vía obtenidos con GNSS MOBILE MAPPER 60.

**ANEXO 10.** Plano de ubicación georreferenciado en carta nacional escala 1/25 000

**ANEXO 11.** Plano clave en planta.



## ANEXO 12. Declaración jurada de autenticidad de tesis

	Universidad Nacional del Altiplano Puno		Vicerrectorado de Investigación		Repositorio Institucional
---	--	---	------------------------------------	---	------------------------------

---

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS**

Por el presente documento, Yo Yony Cordova Rodriguez  
identificado con DNI 70479107 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
Ingeniería Topográfica y Agrimensura

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:  
" Análisis Comparativo de elementos viales georreferenciados por  
Fotogrametría con Dron y Gns mobile mapper 60 en la carretera  
Palermo - Lacalaca de la provincia de Chucuito "

Es un tema original.


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


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

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

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 22 de noviembre del 2024

  
\_\_\_\_\_  
FIRMA (obligatoria)

  
Huella



## ANEXO 13. Autorización para el depósito de tesis en el repositorio institucional

--	--	--

**AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

Por el presente documento, Yo Yony Cordova Rodriguez,  
identificado con DNI 70479107 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
Ingeniería Topográfica y Agrimensura

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:  
" Análisis comparativo de elementos viales georreferenciados por Fotogrametría con Dron y Gns mobile mapper 60 en la carretera Palermo - Lacalaca de la provincia de Chucuito "

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.


Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.


En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:  
Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 22 de noviembre del 2024

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA (obligatoria)

  
 \_\_\_\_\_  
 Huella



## ANEXO 14. Declaración jurada de autenticidad de tesis

	Universidad Nacional del Altiplano Puno		Vicerrectorado de Investigación		Repositorio Institucional
--	--	--	------------------------------------	--	------------------------------

### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Luz Esmeralda Condori Huaquisto,  
identificado con DNI 75521473 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
Ingeniería Topográfica y Agrimensura,

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:  
" Análisis Comparativo de elementos viales georreferenciados por  
fotogrametría con Dron y GNS Mobile Mapper 60 en la carretera  
Palermo - Lacalaca de la provincia de Chucuito. "

Es un tema original.


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


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

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

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso


Puno 22 de Noviembre del 2024

  
FIRMA (obligatoria)


  
Huella




## ANEXO 15. Autorización para el depósito de tesis en el repositorio institucional



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Luz Esmeralda Condori Huaquisto  
identificado con DNI 75521473 en mi condición de egresado de:

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

Ingeniería Topográfica y Agrimensura

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

"Análisis Comparativo de elementos viales georeferenciados por fotogrametría con Dron y GRS5 Mobile Mapper 60 en la carretera Palermo - Lacalaca de la provincia de Chucuito."

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.


En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.


Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 22 de Noviembre del 20 24

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA (obligatoria)

  
 Huella