



**Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE  
de Guayaquil**

**FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN  
CARRERA DE INGENÍERA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**TEMA**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS NTRIP Y  
FOTOGRAMETRÍA PARA EL CATASTRO DE LA COMUNA  
ENGABAO**

**TUTOR**

**MGTR. CARLOS VALERO FAJARADO**

**AUTORES**

**NELSON ARIEL OYARVIDE CORNEJO**

**FREDDY OMAR RAMIREZ JALCA**

**GUAYAQUIL**

**2023**

**REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA ,ARQUITECTURA  
Y CONSTRUCCIÓN**

**FICHA DE REGISTRO DE TESIS**

**TÍTULO Y SUBTÍTULO:**

**Análisis Comparativo de Sistemas Ntrip y Fotogrametría para el  
Catastro de la Comuna Engabao**

**AUTOR/ES:**

Nelson Ariel Oyarvide Cornejo  
Freddy Omar Ramirez Jalca

**REVISORES O TUTORES:**

Mgtr. Carlos Luis Valero Fajardo

**INSTITUCIÓN:**

Universidad Laica Vicente  
Rocafuerte de Guayaquil

**Grado obtenido:**

Ingeniero Civil

**FACULTAD:**

Facultad De Ingeniería Industria  
Y Construccion

**CARRERA:**

Ingeniería Civil

**FECHA DE PUBLICACIÓN:**

2023

**N. DE PAGS:**

117

**ÁREAS TEMÁTICAS:** Arquitectura y Construcción

**PALABRAS CLAVE:** Topografía, planificación urbana, cartografía.

**RESUMEN:**

El presente trabajo de investigación está orientado a comparar las diferencias entre sistemas de levantamiento de informaciones geoespaciales utilizando nuevos métodos de topografía como son el Protocolo Ntrip con equipos Gns y Drone para trabajo de topografía orientado al catastro de la comuna Engabao en

el cantón Playas, provincia del Guayas, para este estudio se eligió una zona al ingreso de la comuna en mención correspondiente a 2 cuadras las mismas que dieron una superficie de 5.79 hectáreas. A través de la revisión bibliográfica y conceptualizaciones de cada uno de los sistemas, pasando por la aplicación de ambos métodos en los levantamientos realizados se logró obtener datos, los mismos que finalmente compararon parámetros como áreas, perímetros entre otros los que dejaron entrever unas diferencias que fueron incluidos en este trabajo de titulación.

<b>N. DE REGISTRO (en base de datos):</b>	<b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>
---	-----------------------------

<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>
---

<b>ADJUNTO PDF:</b>	<b>SI</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>
---------------------	---	------------------------------------

<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b> Nelson Ariel Oyarvide Cornejo Freddy Omar Ramírez Jalca	<b>Teléfono:</b> 0986759951 0982217617	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:noyarvidec@ulvr.edu.ec">noyarvidec@ulvr.edu.ec</a> <a href="mailto:framirezj@ulvr.edu.ec">framirezj@ulvr.edu.ec</a>
---	--	--

<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	<p>Mg. Genaro Raymundo Gaibor Espín (Decano) Teléfono: 042596500 Ext. 260 E-mail: <a href="mailto:ggaibore@ulvr.edu.ec">ggaibore@ulvr.edu.ec</a></p> <p>Mg. Alexis Wladimir Valle Benítez (Director de Carrera) Teléfono: 042596500 Ext. 242 E-mail: <a href="mailto:avalleb@ulvr.edu.ec">avalleb@ulvr.edu.ec</a></p>
------------------------------------	---

# CERTIFICADO DE SIMITUD

## ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS NTRIP Y FOTOGRAMETRÍA PARA EL CATASTRO DE LA COMUNA ENGABAO

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>4%</b> INDICE DE SIMILITUD	<b>3%</b> FUENTES DE INTERNET	<b>1%</b> PUBLICACIONES	<b>1%</b> TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>pt.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>www.coursehero.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Autónoma de Nuevo León</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>prezi.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>geoinnova.org</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>documents.mx</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

8	Submitted to Universidad del Istmo de Panamá Trabajo del estudiante	<1 %
9	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
10	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
11	archive.org Fuente de Internet	<1 %
12	ebin.pub Fuente de Internet	<1 %
13	futur.upc.edu Fuente de Internet	<1 %
14	1library.co Fuente de Internet	<1 %
15	www.informatica-juridica.com Fuente de Internet	<1 %
16	www.compraspublicas.gob.ec Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo

Mgr. CARLOS LUIS VALERO FAJARDO

C.C. 0925766461

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES**

El (Los) estudiante(s) egresado(s) NELSON ARIEL OYARVIDE CORNEJO Y FREDDY OMAR RAMIREZ JALCA, declara (mos) bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, (ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS SISTEMAS NTRIP Y FOTOGRAMETRIA PARA EL CATASTRO DE LA COMUNA ENGABAO), corresponde totalmente a el(los) suscrito(s) y me (nos) responsabilizo (amos) con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo (emos) los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autores

NELSON ARIEL OYARVIDE CORNEJO  
C.I. 0953186368

FREDDY OMAR RAMIREZ JALCA  
C.I.0927114710

## **CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS NTRIP Y FOTOGRAMETRÍA PARA EL CATASTRO DE LA COMUNA ENGABAO, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

### **CERTIFICO:**

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS NTRIP Y FOTOGRAMETRÍA PARA EL CATASTRO DE LA COMUNA ENGABAO, presentado por los estudiantes NELSON ARIEL OYARVIDE CORNEJO y FREDDY OMAR RAMIREZ JALCA como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Mgtr. CARLOS LUIS VALERO FAJARDO  
C.C. 0925766461

## **AGRADECIMIENTO**

Con profundo agradecimiento, deseo expresar mi reconocimiento a quienes han sido pilares fundamentales en mi camino hacia el éxito. En primer lugar, agradezco a Dios por ser mi guía y fortaleza a mi querida madre, Rosa Cornejo, le dedico mi más sincero agradecimiento, su amor incondicional, sus sabios consejos y su apoyo constante han sido mi faro en los momentos de duda y dificultad, También quiero agradecer a mi padre, Nelson Oyarvide, cuyo aliento y apoyo incansable me han motivado a perseverar en mis estudios y a no rendirme ante los desafíos, Asimismo, mi agradecimiento se extiende al Mgtr Carlos Valero, quien ha sido un guía excepcional durante el desarrollo de esta tesis. Sus conocimientos académicos y su dedicación han sido fundamentales para alcanzar los objetivos planteados y llevar a cabo este trabajo con excelencia.

Ariel Oyarvide Cornejo

A nuestro Dios Jehová por darnos vida y con ella la oportunidad de seguir adelante en este camino para poder sortear las adversidades que en ella se me presenten, a mis profesores y directivos de mi querida facultad ya que con sus enseñanzas me formaron para conseguir este ansiado título, a mi tutor de tesis Ing, Luis Valero Fajardo por su acompañamiento, guía y seguimiento en este trabajo de titulación.

Freddy Ramírez Jalca

## DEDICATORIA

Con mucho cariño, dedico esta tesis a mi adorada madre, quien con su amor incondicional y esfuerzo incansable ha sido el pilar fundamental en mi vida. Gracias a su dedicación, he recibido una educación excepcional que ha allanado el camino para alcanzar mi sueño de convertirme en Ingeniero Civil, no puedo expresar con palabras lo agradecido que estoy por todo lo que has hecho por mí, te honro en estas páginas y prometo que cada logro en mi carrera llevará impreso tu amor y sacrificio. Eres mi ejemplo a seguir y mi mayor orgullo.

Ariel Oyarvide Cornejo

Este trabajo se lo dedico a mi señora madre Eco. Rosa Jalca Yagual la mujer que no solo me dio la vida, sino que con su amor y determinación me supo guiar por el camino del bien; a mi Padre Arq. Freddy Ramírez Plaza también por sus consejos y apoyo en todo momento; A mi compañera de vida, mi amada esposa María Macías que sin su amor y apoyo incondicional no lo habría logrado; a mis Hermanas Isabel y Adriana fuentes de inspiración y especialmente a mis amadas hijas Amalia e Ivanna mi motor y combustible que mueven mi vida.

Freddy Ramírez Jalca

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación está orientado a comparar las diferencias entre sistemas de levantamiento de informaciones geoespaciales utilizando nuevos métodos de topografía como son el Protocolo Ntrip con equipos Gns y Drone para trabajo de topografía orientado al catastro de la comuna Engabao en el cantón Playas, provincia del Guayas, para este estudio se eligió una zona al ingreso de la comuna en mención correspondiente a 2 cuadras las mismas que dieron una superficie de 5.79 hectáreas. A través de la revisión bibliográfica y conceptualizaciones de cada uno de los sistemas, pasando por la aplicación de ambos métodos en los levantamientos realizados se logró obtener datos, los mismos que finalmente compararon parámetros como áreas, perímetros entre otros los que dejaron entrever unas diferencias que fueron incluidos en este trabajo de titulación.

**Palabras clave: Topografía, planificación urbana, cartografía.**

## **ABSTRACT**

The present research work is aimed at comparing the differences between geospatial information gathering systems using new topography methods such as the Ntrip Protocol with Gns and Drone equipment for topography work oriented to the cadastre of the Engabao commune in the canton Playas, province of Guayas, for this study an area was chosen at the entrance of the commune in mention corresponding to 2 blocks the same that gave an area of 5.79 hectares. Through the bibliographic review and conceptualizations of each of the systems, through the application of both methods in the surveys carried out, it was possible to obtain data, which finally compared parameters such as areas, perimeters among others that hinted at some differences that were included in this degree work.

**Keywords: Topography, urban planning, cartography.**

## INDICE GENERAL

1.1 Tema: .....	2
1.2 Planteamiento del Problema .....	2
1.3 Formulación del Problema: .....	3
1.4 Objetivo General .....	3
1.5 Objetivos Específicos .....	3
1.6 Hipótesis .....	4
1.7 Línea de Investigación .....	4
2.1 Marco Teórico .....	5
2.1.1 Antecedentes .....	5
2.1.1.1 La Topografía .....	5
2.1.1.2 Levantamiento Topográfico .....	10
2.1.1.3 Tipos de levantamiento topográficos .....	10
2.1.1.3.1 Levantamiento Topográfico Clásico .....	11
2.1.1.3.2 Levantamiento Topográfico por Satélite .....	11
2.1.1.3.3 Levantamiento topográfico por escáner láser terrestre (TLS) .....	11
2.1.1.3.4 Levantamiento Topográfico Aéreo .....	11
2.1.1.4 Métodos y Tecnologías Utilizadas en el Levantamiento Topográfico .....	13
2.1.1.5 Errores de Medición de Topografía .....	14
2.1.1.6 Estación total electrónica .....	15
2.1.1.7 UAV de uso en la topografía .....	17
2.1.1.8 La Fotogrametría .....	18
2.1.1.8.1 Elementos de la Fotogrametría .....	19
2.1.1.8.2 Plan de vuelo fotogramétrico .....	20
2.1.1.9 Reconocimiento del terreno planimétrico para topografía .....	21
2.1.1.10 Planimetría .....	22
2.1.1.10.1 Las Curvas de Nivel en la Planimetría .....	23
2.1.1.11 Muestra No Probabilística .....	24
2.1.1.12 El sistema NTRIP .....	25
2.1.1.12.1 Características Protocolo Ntrip .....	27
2.1.1.13 Programa Agisoft Metashape .....	28
2.1.1.14 Universal Transverse Mercator (UTM) .....	29
2.1.1.15 Técnicas y Métodos de Posicionamiento Satelital .....	30

2.1.1.15.1 GPS.....	30
2.1.1.15.2 Glonass .....	30
2.1.1.15.3 Galileo .....	31
2.1.1.15.4 Beidou .....	32
2.1.1.16 Red Geodésica Ecuador .....	32
2.1.1.16.1 Red Geodésica Nacional del Ecuador (REGNE).....	33
2.1.1.16.2 Red Geodésica de la Ciudad de Quito .....	33
2.1.1.16.3 Red Geodésica de la Ciudad de Guayaquil .....	33
2.1.1.16.4 Red Geodésica de las Islas Galápagos .....	33
2.1.2 Estado del Arte.....	34
2.2 Marco Legal .....	43
2.2.1 Constitución de la República del Ecuador.....	43
2.2.2 Código Orgánico de Organización Territorial y Administración Descentralizada .....	45
2.2.3 Superintendencia de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo .....	47
2.2.4 Ley de Cartografía Nacional.....	48
3.1 Enfoque de la investigación .....	49
3.2 Alcance de la investigación: (Exploratorio, descriptivo o correlacional) .....	50
3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos.....	50
3.4.1 Operacionalización de las variables.....	50
3.4 Población y muestra.....	51
3.4.2 Determinación de área de estudio.....	52
3.4.3 Equipos a Utilizar .....	52
3.4.3.1 Drone Mavic Pro.....	52
3.4.3.1 Gns Polar S100.....	53
3.4.3 Planificación de Vuelo .....	54
3.4.3 Colocación de Puntos de Control .....	55
3.4.4 Procesamiento de fotogrametría en el programa Agisoft Metashape.....	55
3.4.5 Levantamiento Topografico Gns Ntrip .....	62
3.4.6 Proceso de oficina para parcelación y detalles de predios existentes.....	65
4.1 Resultados .....	68
4.2 Costos .....	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
ANEXO.....	101

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Web de consulta del IGM.....	26
Ilustración 2: Proyección de Mercator. ....	29
Ilustración 3: Organigrama del Municipio de Playas. ....	36
Ilustración 4: Esquema de funcionamiento del sistema NTRIP.....	38
Ilustración 5: Comparación de precisión del cálculo de área con estación total y dron. .....	41
Ilustración 6: Ventajas y desventajas de uso de UAV (Dron) aplicadas a catastro. .	42
Ilustración 7: Area de estudio.....	52
Ilustración 8: Esquemmatización del área de sobre vuelo. ....	54
Ilustración 9: Establecimiento en campo de puntos de control.....	55
Ilustración 10: Procedimiento en software No. 1.....	55
Ilustración 11: Procedimiento en software No. 2.....	56
Ilustración 12: Procedimientos en software No. 3.....	57
Ilustración 13: Procedimiento en software No. 4.....	57
Ilustración 14: Procedimiento en software No. 5.....	58
Ilustración 15: Error obtenido.....	58
Ilustración 16: Procedimiento en software No. 6.....	59
Ilustración 17: Procedimiento en software No. 7.....	59
Ilustración 18: Procedimiento en software No. 8.....	60
Ilustración 19: Procedimiento en software No. 9.....	60
Ilustración 20: Ortmosaico.....	61
Ilustración 21: Procedimiento en software No. 10.....	61
Ilustración 22: Procedimiento en software No. 11.....	62
Ilustración 23: Interfaz de usuario No. 1.....	62
Ilustración 24: Interfaz de usuario No. 2.....	63
Ilustración 25: Interfaz de usuario No. 3.....	63
Ilustración 26: Interfaz de usuario No. 4.....	64
Ilustración 27: Interfaz de usuario No. 5.....	64
Ilustración 28: Interfaz de usuario No. 5.....	65
Ilustración 29: Procedimiento en software No. 12.....	65
Ilustración 30: Procedimiento en software No. 13.....	66
Ilustración 31: Procedimiento en software No. 13.....	66
Ilustración 32: Procedimiento en software No. 13.....	67

Ilustración 33: Resultados en gráfico Solar 02 - Manzana B.....	68
Ilustración 34: Esquema Superposición de mediciones Solar 02 – Manzana B.....	69
Ilustración 35: Comparativa de toma de puntos entre sistemas Solar 02 – Manzana B. .....	69
Ilustración 36: Comparativa de toma de puntos entre sistemas Solar 08 – Manzana B. .....	70
Ilustración 37: Esquema Superposición de mediciones Solar 08 – Manzana B.....	71
Ilustración 38: Comparativa de toma de puntos entre sistemas Solar 08 – Manzana B. .....	71
Ilustración 39: Comparativa de toma de puntos entre sistemas Solar 09 – Manzana A. .....	72
Ilustración 40: Esquema Superposición de mediciones Solar 09 – Manzana A.....	73
Ilustración 41: Comparativa de toma de puntos entre sistemas Solar 09 – Manzana A. .....	73
Ilustración 42: Comparativa de toma de puntos entre sistemas Solar 11 – Manzana A. .....	74
Ilustración 43: Esquema Superposición de mediciones Solar 11 – Manzana A.....	75
Ilustración 44: Comparativa de toma de puntos entre sistemas Solar 11 – Manzana A. .....	75
Ilustración 45: Comparativa de toma de puntos entre sistemas Solar 14 – Manzana A. .....	76
Ilustración 46: Esquema Superposición de mediciones Solar 14 – Manzana A.....	77
Ilustración 47: Comparativa de toma de puntos entre sistemas Solar 14 – Manzana A. .....	77
Ilustración 48: Generación de plano – Primer paso. ....	78
Ilustración 49: Generación de plano – Segundo paso.....	79
Ilustración 50: Generación de plano – Tercer paso.....	82
Ilustración 51: Generación de plano – Cuarto paso. ....	84
Ilustración 52: Generación de plano – Cuarto paso. ....	85

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Líneas de investigación FIIC. ....	4
Tabla 2: Operacionalización de variables – variable dependiente. ....	50
Tabla 3: Operacionalización de variables – variable independiente.....	51
Tabla 4: Solar 02 - Manzana B - Fotogrametría. ....	68
Tabla 5: Solar 02 - Manzana B - NTRIP.....	68
Tabla 6: Resultados Solar 02 - Manzana B.....	68
Tabla 7: Solar 08 - Manzana B - Fotogrametría. ....	70
Tabla 8: Solar 08 - Manzana B - NTRIP.....	70
Tabla 9: Resultados Solar 08 – Manzana B.....	70
Tabla 10: Solar 09 - Manzana A - Fotogrametría. ....	72
Tabla 11: Solar 09 - Manzana A - NTRIP.....	72
Tabla 12: Resultados Solar 09 – Manzana A.....	72
Tabla 13: Solar 11 - Manzana A - Fotogrametría. ....	74
Tabla 14: Solar 11 - Manzana A - NTRIP.....	74
Tabla 15: Solar 14 - Manzana A - Fotogrametría. ....	76
Tabla 16: Solar 14 - Manzana A - NTRIP.....	76
Tabla 17: Primer solar analizado – Manzana A.....	78
Tabla 18: Segundo solar analizado – Manzana A.....	79
Tabla 19: Tercer solar analizado – Manzana A.....	79
Tabla 20: Cuarto solar analizado – Manzana A.....	80
Tabla 21: Quinto solar analizado – Manzana A.....	80
Tabla 22: Sexto solar analizado – Manzana A.....	80
Tabla 23: Séptimo solar analizado – Manzana A.....	80
Tabla 24: Octavo solar analizado – Manzana A.....	81
Tabla 25: Noveno solar analizado – Manzana A.....	81
Tabla 26: Décimo solar analizado – Manzana A.....	81
Tabla 27: Décimo primero solar analizado – Manzana A.....	81
Tabla 28: Décimo segundo solar analizado – Manzana A.....	82
Tabla 29: Décimo tercero solar analizado – Manzana A.....	83
Tabla 30: Décimo cuarto solar analizado – Manzana A.....	83
Tabla 31: Décimo quinto solar analizado – Manzana A.....	83
Tabla 32: Décimo sexto solar analizado – Manzana A.....	83

Tabla 33: Coordenadas geográficas de la manzana A de acorde al levantamiento topográfico y fotogrametría. ....	84
Tabla 34: Suma de áreas de cada uno de los predios según levantamiento topográfico .....	85
Tabla 35: Primer solar analizado – Manzana B.....	86
Tabla 36: Segundo solar analizado – Manzana B.....	86
Tabla 37: Tercer solar analizado – Manzana B.....	86
Tabla 38: Cuarto solar analizado – Manzana B. ....	86
Tabla 39: Quinto solar analizado – Manzana B.....	87
Tabla 40: Sexto solar analizado – Manzana B. ....	87
Tabla 41: Séptimo solar analizado – Manzana B. ....	87
Tabla 42: Octavo solar analizado – Manzana B.....	87
Tabla 43: Noveno solar analizado – Manzana B.....	88
Tabla 44: Décimo solar analizado – Manzana B. ....	88
Tabla 45: Décimo primero solar analizado – Manzana B.....	88
Tabla 46: Décimo segundo solar analizado – Manzana B. ....	88
Tabla 47: Décimo tercero solar analizado – Manzana B.....	89
Tabla 48: Análisis de Precio Unitario con Drone .....	90
Tabla 49: Análisis de Precio Unitario RTK .....	91

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación está orientado a comparar las diferencias entre sistemas de levantamiento de informaciones geospaciales utilizando nuevos métodos de topografía como son el Protocolo Ntrip con equipos Gns y Drone para trabajo de topografía orientado al catastro de la comuna Engabao en el cantón Playas, provincia del Guayas, para este estudio se eligió una zona al ingreso de la comuna en mención correspondiente a 2 cuadras las mismas que dieron una superficie de 5.79 hectáreas.

Atreves de la revisión bibliográfica y conceptualizaciones de cada uno de los sistemas, pasando por la aplicación de ambos métodos en los levantamientos realizados se logró obtener datos, los mismos que finalmente compararon parámetros como áreas, perímetros entre otros los que dejaron entrever unas diferencias que fueron incluidos en este trabajo de titulación.

# CAPÍTULO I

## ENFOQUE DE LA PROPUESTA

### 1.1 Tema:

“Análisis comparativo de sistemas Ntrip y fotogrametría para el catastro de la comuna Engabao”.

### 1.2 Planteamiento del Problema

Se ha logrado detectar que en la comuna Engabao no existe un orden territorial ni un diseño urbanístico. Entre otras cosas los solares no tienen una línea de fábrica definida. Situación que se repite en la mayor parte los predios. Esto se genera debido a la poca integración de la comunidad con el conocimiento de las normativas y la imposibilidad para la parte municipal de gestionar la planificación territorial dentro de Engabao debido a los vacíos legales, ya que al ser comuna forman parte únicamente del estado ecuatoriano. A esto se le suma la connotación popular que se tiene sobre las comunas y que contamina también los estratos de gobernanza, pues se piensa erróneamente que las comunas enfrentan una situación de autogobierno y que sus problemas conciernen únicamente al núcleo de su organización territorial.

La situación se agrava para los dueños de los predios quienes no poseen escrituras. Esto inevitablemente genera problemas de regularización de terrenos e incluso se materializa en que la mayoría de sus predios son relativamente irregulares y con fallas en sus dimensiones espaciales. Todo esto pese a la iniciativa del municipio de Playas por efectuar esfuerzos en la actualización catastral del cantón. Así se manifestó en octubre de 2021 cuando se dio la socialización del proyecto de consultoría para la actualización del catastro urbano en el GAD Municipal del cantón Playas.

El proyecto de actualización catastral debería estar sustentado en la información técnica, jurídica, económica y estadística de todo el componente geográfico del cantón. Sin embargo, no está claro si la comuna Engabao entra en este proyecto. Esto dado que desde su publicación el COOTAD estableció que los municipios están obligados a mantener actualizada su información catastral y cada dos años generar ordenanzas que incluyan las variaciones que existan sobre los avalúos y las tarifas impositivas. Entonces, a este punto Engabao continúa sin ser alcanzada por esta gestión administrativa y legal.

Esta situación es preocupante considerando que hoy en día en su mayor parte los municipios trabajan con el catastro multifinanciero que ya no solo sirve para el efecto impositivo, sino que sirve como instrumento de definición de políticas municipales del suelo urbano. La información de este catastro es absorbida por los departamentos financiero, obras públicas, planificación y uno que es muy importante el cual es el departamento de gestión de riesgos. También y no menos importante es el aspecto ambiental que determina la afectación de los suelos por la intervención del hombre. Es por esta razón que en gran parte los habitantes de Engabao se encuentran en un relativo aislamiento.

En lo que respecta a los servicios urbanísticos como agua potable y alcantarillado se evidencia que no existe un inventario de las zonas a las cuales se brindan dichos servicios. De nuevo, se recurre al catastro como la herramienta indispensable para el efecto. Esto agrava la situación dado que Engabao no forma parte de un registro catastral. Puesto que como asentamiento humano no cuenta con el goce de los beneficios de aquellos que sí están regulados.

### **1.3 Formulación del Problema:**

¿Por qué analizar comparativamente entre los sistemas NTRIP y la fotogrametría para el catastro de Engabao?

### **1.4 Objetivo General**

Realizar un análisis comparativo entre los sistemas NTRIP y fotogrametría mediante el listado y conceptualización de sus características para la actualización del catastro en la comuna de Engabao.

### **1.5 Objetivos Específicos**

- Estudiar desde la teoría las características del sistema de levantamiento Ntrip y Fotogrametría mediante revisión literaria para la valoración del catastro urbano de Engabao.
- Realizar el levantamiento Ntrip y Fotogrametría, por medio de los procedimientos teóricos para la representación gráfica de la situación actual del lugar de estudio.
- Identificar los aspectos que permitan la comparación de los métodos Ntrip y Fotogrametría por medio de indicadores para el análisis y contraste.

## 1.6 Hipótesis

Se logrará el establecimiento de la mejor alternativa técnico-económica de la actualización catastral en la comuna de Engabao a través del análisis comparativo de los sistemas NTRIP y Fotogrametría.

## 1.7 Línea de Investigación

Tabla 1: Líneas de investigación FIIC.

<b>Dominio</b>	<b>Línea Institucional</b>	<b>Línea de Facultad</b>
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.	Territorio.

Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte (2023).

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO REFERENCIAL**

#### **2.1 Marco Teórico**

##### **2.1.1 Antecedentes**

En el Ecuador el orden territorial ha sido categorizado de menor a mayor extensión geográfica. Desde las unidades individuales más pequeñas de territorio que son las casas o predios hasta los bordes limítrofes del país. Dichos predios cuando están agrupados se denominan barrios, los barrios forman parroquias, las parroquias a su vez forman los cantones, los cantones por su parte forman las provincias, las provincias forman las regiones y finalmente las regiones forman el mapa del país como se conoce.

Sin embargo, también han existido otras organizaciones en los ámbitos territorial, social y político. Las comunas son un ejemplo de esto y cumplen con los tres ámbitos mencionados. Básicamente, las comunas nacieron con dos objetivos principales a lo largo de la historia. El desarrollo agrario que se puede encasillar como objetivo ambiental y el desarrollo social en el cual el derecho de propiedad sobre las tierras es compartido, es decir, existen varias familias que habitan un determinado espacio de tierra y que en la consagración de su constitución están estipuladas.

El caso de la comuna Engabao no es diferente del de otras comunas. A los habitantes de ellas, denominados comuneros, se les asignan parcelas de terreno que de forma político – administrativa constituyen la cesión del derecho de uso de suelo. Pero incluso este tipo de distribución territorial necesita delimitaciones claras y sus pobladores merecen una concientización sobre sus derechos y deberes en el ámbito territorial. Fin que muy bien puede abordarse desde el punto de vista catastral, a pesar de no regirse por normas municipales.

**2.1.1.1 La Topografía.** La topografía es una disciplina crucial en el campo de la cartografía y la ingeniería civil que se ocupa de la representación precisa y detallada del relieve de la superficie terrestre Markoski y Markoski (2018).

A través de diversas técnicas y herramientas, los topógrafos recopilan datos precisos sobre la forma, las elevaciones y las características físicas de la tierra, lo que resulta fundamental para el diseño y la planificación de proyectos de construcción, la gestión del territorio, la navegación y una variedad de aplicaciones relacionadas.

El objetivo principal de la topografía es medir y representar la forma tridimensional de la Tierra y sus características naturales y artificiales, como montañas, valles, ríos, carreteras, edificios y otros elementos relevantes de Melo y Fontenele (2020). Estos datos topográficos se utilizan para crear mapas topográficos, que proporcionan una representación visual detallada de la superficie de la Tierra en forma de curvas de nivel, símbolos y otros elementos cartográficos. Estos mapas son herramientas esenciales para los ingenieros, arquitectos, urbanistas y otros profesionales que necesitan comprender y trabajar con el terreno en sus proyectos.

La topografía se basa en técnicas de medición precisa y métodos de observación para recopilar datos. Antiguamente, los topógrafos utilizaban instrumentos como niveles y taquímetros para medir distancias horizontales y verticales, y brújulas para determinar direcciones. Sin embargo, con los avances tecnológicos, se han desarrollado equipos más sofisticados y precisos, como los teodolitos electrónicos, las estaciones totales y los sistemas de posicionamiento global (GPS) todo esto según Pérez et al (2019). Estas herramientas modernas permiten a los topógrafos obtener mediciones más rápidas y precisas, mejorando la eficiencia y la calidad de los datos recopilados.

La topografía tiene una amplia gama de aplicaciones en diversas industrias. En el campo de la ingeniería civil, los topógrafos son fundamentales para el diseño y la construcción de infraestructuras como carreteras, puentes, presas y edificios. Realizan levantamientos topográficos para identificar los límites de la propiedad y establecer las ubicaciones adecuadas para la construcción. Además, los datos topográficos son esenciales para el análisis de la estabilidad del terreno, la planificación de drenaje y el control de inundaciones.

En el ámbito de la gestión del territorio, los datos topográficos son fundamentales para la cartografía y la planificación urbana. Los gobiernos y las organizaciones utilizan la topografía para evaluar y monitorear los recursos naturales, determinar áreas de riesgo geológico, planificar el desarrollo sostenible y preservar el medio ambiente. La topografía también es fundamental para la navegación, tanto terrestre como marítima, ya que proporciona información precisa sobre la elevación y la ubicación de los objetos en la superficie terrestre, permitiendo una navegación segura y eficiente.

En resumen, la topografía es una disciplina esencial para comprender y representar el relieve de la Tierra. A través de la recopilación de datos precisos y la

creación de mapas topográficos, los topógrafos desempeñan un papel fundamental en el diseño, la planificación y la ejecución de una amplia gama de proyectos. Su trabajo contribuye al desarrollo de infraestructuras seguras y eficientes, al manejo adecuado del territorio y a la preservación del medio ambiente.

La topografía requiere habilidades técnicas y conocimientos especializados. Los topógrafos deben ser expertos en el uso de instrumentos y equipos de medición, así como en el análisis y la interpretación de datos. También deben tener un conocimiento profundo de los principios matemáticos y geodésicos que sustentan las técnicas topográficas. La precisión y la atención al detalle son aspectos clave en su trabajo, ya que pequeños errores en las mediciones pueden tener grandes consecuencias en los proyectos.

Con el avance de la tecnología, la topografía ha experimentado importantes cambios en las últimas décadas. Los sistemas de posicionamiento global (GPS) han revolucionado la forma en que se obtienen las mediciones topográficas, permitiendo una mayor precisión y eficiencia en el campo. Además, el desarrollo de software de diseño asistido por computadora (CAD) ha facilitado la generación de modelos digitales del terreno y la integración de datos topográficos en los procesos de diseño y planificación.

Sin embargo, a pesar de estos avances tecnológicos, el papel del topógrafo como profesional sigue siendo fundamental. La experiencia y el juicio humano son indispensables para la correcta interpretación de los datos recopilados y la toma de decisiones en la planificación y ejecución de proyectos. Además, la topografía también implica desafíos éticos y legales, como el respeto a la propiedad privada y el cumplimiento de las regulaciones ambientales.

En conclusión, la topografía es una disciplina esencial en la representación y comprensión del relieve terrestre. Mediante la recopilación de datos precisos y la creación de mapas topográficos, los topógrafos proporcionan información crucial para el diseño, la planificación y la ejecución de proyectos en diversas industrias. Su trabajo contribuye al desarrollo sostenible, la seguridad y la preservación del medio ambiente. A medida que la tecnología avanza, los topógrafos deben adaptarse y aprovechar las nuevas herramientas, pero su experiencia y conocimiento siguen siendo indispensables para garantizar resultados precisos y confiables.

La topografía es una disciplina crucial en el campo de la cartografía y la ingeniería civil que se ocupa de la representación precisa y detallada del relieve de la

superficie terrestre Markoski & Markoski (2018). A través de diversas técnicas y herramientas, los topógrafos recopilan datos precisos sobre la forma, las elevaciones y las características físicas de la tierra, lo que resulta fundamental para el diseño y la planificación de proyectos de construcción, la gestión del territorio, la navegación y una variedad de aplicaciones relacionadas.

El objetivo principal de la topografía es medir y representar la forma tridimensional de la Tierra y sus características naturales y artificiales, como montañas, valles, ríos, carreteras, edificios y otros elementos relevantes de Melo Filho & Fontenele, (2020). Estos datos topográficos se utilizan para crear mapas topográficos, que proporcionan una representación visual detallada de la superficie de la Tierra en forma de curvas de nivel, símbolos y otros elementos cartográficos. Estos mapas son herramientas esenciales para los ingenieros, arquitectos, urbanistas y otros profesionales que necesitan comprender y trabajar con el terreno en sus proyectos.

La topografía se basa en técnicas de medición precisa y métodos de observación para recopilar datos. Antiguamente, los topógrafos utilizaban instrumentos como niveles y taquímetros para medir distancias horizontales y verticales, y brújulas para determinar direcciones. Sin embargo, con los avances tecnológicos, se han desarrollado equipos más sofisticados y precisos, como los teodolitos electrónicos, las estaciones totales y los sistemas de posicionamiento global (GPS) Pérez-Robalino y otros, (2019). Estas herramientas modernas permiten a los topógrafos obtener mediciones más rápidas y precisas, mejorando la eficiencia y la calidad de los datos recopilados.

La topografía tiene una amplia gama de aplicaciones en diversas industrias. En el campo de la ingeniería civil, los topógrafos son fundamentales para el diseño y la construcción de infraestructuras como carreteras, puentes, presas y edificios. Realizan levantamientos topográficos para identificar los límites de la propiedad y establecer las ubicaciones adecuadas para la construcción. Además, los datos topográficos son esenciales para el análisis de la estabilidad del terreno, la planificación de drenaje y el control de inundaciones.

En el ámbito de la gestión del territorio, los datos topográficos son fundamentales para la cartografía y la planificación urbana. Los gobiernos y las organizaciones utilizan la topografía para evaluar y monitorear los recursos naturales, determinar áreas de riesgo geológico, planificar el desarrollo sostenible y preservar el

medio ambiente. La topografía también es fundamental para la navegación, tanto terrestre como marítima, ya que proporciona información precisa sobre la elevación y la ubicación de los objetos en la superficie terrestre, permitiendo una navegación segura y eficiente.

En resumen, la topografía es una disciplina esencial para comprender y representar el relieve de la Tierra. A través de la recopilación de datos precisos y la creación de mapas topográficos, los topógrafos desempeñan un papel fundamental en el diseño, la planificación y la ejecución de una amplia gama de proyectos. Su trabajo contribuye al desarrollo de infraestructuras seguras y eficientes, al manejo adecuado del territorio y a la preservación del medio ambiente.

La topografía requiere habilidades técnicas y conocimientos especializados. Los topógrafos deben ser expertos en el uso de instrumentos y equipos de medición, así como en el análisis y la interpretación de datos. También deben tener un conocimiento profundo de los principios matemáticos y geodésicos que sustentan las técnicas topográficas. La precisión y la atención al detalle son aspectos clave en su trabajo, ya que pequeños errores en las mediciones pueden tener grandes consecuencias en los proyectos.

Con el avance de la tecnología, la topografía ha experimentado importantes cambios en las últimas décadas. Los sistemas de posicionamiento global (GPS) han revolucionado la forma en que se obtienen las mediciones topográficas, permitiendo una mayor precisión y eficiencia en el campo. Además, el desarrollo de software de diseño asistido por computadora (CAD) ha facilitado la generación de modelos digitales del terreno y la integración de datos topográficos en los procesos de diseño y planificación.

Sin embargo, a pesar de estos avances tecnológicos, el papel del topógrafo como profesional sigue siendo fundamental. La experiencia y el juicio humano son indispensables para la correcta interpretación de los datos recopilados y la toma de decisiones en la planificación y ejecución de proyectos. Además, la topografía también implica desafíos éticos y legales, como el respeto a la propiedad privada y el cumplimiento de las regulaciones ambientales.

En conclusión, la topografía es una disciplina esencial en la representación y comprensión del relieve terrestre. Mediante la recopilación de datos precisos y la creación de mapas topográficos, los topógrafos proporcionan información crucial para el diseño, la planificación y la ejecución de proyectos en diversas industrias. Su

trabajo contribuye al desarrollo sostenible, la seguridad y la preservación del medio ambiente. A medida que la tecnología avanza, los topógrafos deben adaptarse y aprovechar las nuevas herramientas, pero su experiencia y conocimiento siguen siendo indispensables para garantizar resultados precisos y confiables.

**2.1.1.2 Levantamiento Topográfico.** El levantamiento topográfico es una disciplina crucial en el campo de la ingeniería y la cartografía que se ocupa de medir y representar las características físicas y geográficas de la superficie terrestre.

Mediante técnicas y herramientas especializadas, los topógrafos recopilan datos precisos sobre el terreno, lo que permite crear mapas detallados, planificar proyectos de construcción y desarrollar investigaciones geoespaciales. En este ensayo, exploraremos en profundidad qué es el levantamiento topográfico, sus principales métodos y tecnologías utilizadas, así como su importancia en diferentes industrias.

El levantamiento topográfico se define como el proceso de medición y representación precisa de la forma, la elevación y las características físicas de una porción de terreno en relación con un sistema de coordenadas de referencia. Los principales objetivos del levantamiento topográfico son:

a) Recopilación de datos: Los topógrafos recopilan información sobre la ubicación, la elevación y las características del terreno, utilizando instrumentos y técnicas específicas.

b) Representación gráfica: Los datos recopilados se utilizan para crear mapas topográficos, planos y modelos tridimensionales que representan fielmente la superficie terrestre.

c) Análisis y diseño: Los mapas topográficos se utilizan para analizar el terreno, planificar proyectos de construcción, determinar la viabilidad de proyectos y realizar estudios geoespaciales.

**2.1.1.3 Tipos de levantamiento topográficos.** La topografía es una disciplina que se encarga de medir y representar en un plano o mapa la forma y características del terreno.

Los levantamientos topográficos son fundamentales en diversas áreas como la ingeniería, la arquitectura, la planificación urbana y el desarrollo de proyectos de infraestructura. Existen diferentes tipos de levantamientos topográficos, cada uno con sus propias técnicas y aplicaciones específicas. A continuación, exploraremos algunos de los principales tipos de levantamiento topográfico.

**2.1.1.3.1 Levantamiento Topográfico Clásico.** Este tipo de levantamiento se basa en la medición de ángulos y distancias utilizando instrumentos tradicionales, como la estación total y el teodolito.

Los puntos de interés se localizan mediante la medición de ángulos horizontales y verticales, y las distancias se obtienen mediante la medición directa o indirecta utilizando métodos como el taquimétrico o el estadiómetro. Los datos recopilados se utilizan para generar planos topográficos precisos.

**2.1.1.3.2 Levantamiento Topográfico por Satélite.** Con el avance de la tecnología, los satélites juegan un papel importante en los levantamientos topográficos.

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es utilizado para obtener coordenadas precisas de puntos en la superficie terrestre (Perea-Ardila & Oviedo-Barrero, 2020). Los receptores GPS recogen las señales de varios satélites y, mediante el cálculo de la diferencia de tiempo, determinan las coordenadas de un punto. Esto permite realizar levantamientos rápidos y precisos, especialmente en áreas extensas o de difícil acceso.

**2.1.1.3.3 Levantamiento topográfico por escáner láser terrestre (TLS).** Esta técnica utiliza un escáner láser montado en un trípode para obtener nubes de puntos tridimensionales de alta densidad.

El escáner emite pulsos láser que rebotan en los objetos y regresan al escáner, creando un modelo detallado del entorno. El resultado es un conjunto de datos en forma de nube de puntos que se utiliza para generar modelos digitales del terreno, modelos de superficies y otras representaciones gráficas.

**2.1.1.3.4 Levantamiento Topográfico Aéreo.** En este tipo de levantamiento, se utilizan aviones o drones equipados con cámaras fotográficas o sensores láser para capturar imágenes o datos del terreno desde el aire.

Las imágenes aéreas se procesan y se utilizan para generar modelos digitales de elevación, ortofotos y otros productos topográficos. El levantamiento topográfico aéreo es especialmente útil en áreas extensas y de difícil acceso, como zonas montañosas o regiones con vegetación densa.

Estos son solo algunos ejemplos de los tipos de levantamiento topográfico más comunes. Cada técnica tiene sus ventajas y limitaciones, y la elección del método adecuado depende de las necesidades del proyecto, la precisión requerida, el presupuesto y otros factores. Es importante destacar que, independientemente del

tipo de levantamiento utilizado, la precisión y la calidad de los datos recopilados son fundamentales para garantizar la exactitud de los resultados finales.

En resumen, los levantamientos topográficos son herramientas esenciales para comprender y representar el terreno de manera precisa y detallada. Los diferentes tipos de levantamientos, como el clásico, el basado en satélites, el escáner láser terrestre y el aéreo, ofrecen distintas técnicas y enfoques para recopilar datos topográficos.

El levantamiento topográfico clásico, realizado con instrumentos tradicionales, brinda resultados precisos y confiables. Sin embargo, puede ser un proceso laborioso y requerir más tiempo en comparación con otros métodos más modernos. Por otro lado, los levantamientos topográficos por satélite, como el GPS, son rápidos y eficientes, especialmente para áreas extensas, pero pueden presentar ciertas limitaciones en términos de precisión en terrenos con obstáculos o en zonas urbanas con altos edificios.

El levantamiento topográfico por escáner láser terrestre es una tecnología avanzada que permite la captura de nubes de puntos tridimensionales de alta densidad. Esta técnica es especialmente útil para obtener información detallada de un área específica y generar modelos digitales de elevación precisos. Sin embargo, su costo y requerimientos técnicos pueden limitar su accesibilidad en algunos proyectos.

Por último, el levantamiento topográfico aéreo, ya sea mediante aviones o drones, ofrece una perspectiva única desde el aire. Las imágenes capturadas desde alturas elevadas permiten obtener información detallada y una cobertura extensa del terreno. Esta técnica es especialmente útil en áreas inaccesibles o con grandes extensiones de terreno, y puede proporcionar datos valiosos para la planificación urbana, el mapeo de recursos naturales y la gestión del medio ambiente.

En conclusión, la elección del tipo de levantamiento topográfico depende de diversos factores, como la precisión requerida, el presupuesto, el tiempo disponible y las características del terreno. La combinación de diferentes técnicas puede ser utilizada en un mismo proyecto para obtener resultados más completos y precisos. Los avances tecnológicos continúan mejorando la eficiencia y la precisión de los levantamientos topográficos, lo que contribuye al desarrollo de proyectos de infraestructura más seguros y eficientes.

**2.1.1.4 Métodos y Tecnologías Utilizadas en el Levantamiento Topográfico.** El levantamiento topográfico implica el uso de una variedad de métodos y tecnologías para recopilar datos precisos. Algunas de las técnicas y herramientas más comunes incluyen:

a) Medición tradicional: Este método utiliza instrumentos como teodolitos, estaciones totales y niveles para medir ángulos horizontales y verticales, así como distancias lineales. Estos datos se utilizan para calcular la ubicación y la elevación de puntos de referencia en el terreno.

b) GPS: El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se ha convertido en una herramienta fundamental en el levantamiento topográfico. Los receptores GPS permiten determinar las coordenadas precisas de puntos en el terreno mediante la recepción de señales de satélites.

c) Fotogrametría: La fotogrametría utiliza fotografías aéreas y satelitales para obtener mediciones precisas del terreno (Tello-Cifuentes y otros, 2021). Mediante el análisis de imágenes, se pueden generar modelos tridimensionales y mapas detallados.

d) Escaneo láser terrestre: El escaneo láser terrestre, también conocido como LIDAR, utiliza un láser para obtener millones de puntos de medición en segundos (Barragán-Zaque y otros, 2020). Estos puntos se utilizan para crear modelos digitales del terreno con una precisión excepcional.

#### Importancia del Levantamiento Topográfico

El levantamiento topográfico desempeña un papel fundamental en diversas industrias y aplicaciones, entre las cuales destacan:

a) Ingeniería y construcción: Los ingenieros y arquitectos dependen del levantamiento topográfico para llevar a cabo proyectos de construcción de manera precisa y segura. Mediante la información recopilada en el levantamiento, se pueden identificar los mejores lugares para la construcción, calcular volúmenes de tierra y diseñar estructuras que se adapten al terreno. Esto asegura que los proyectos sean eficientes y cumplan con los requisitos técnicos y legales.

b) Planificación urbana: En el desarrollo de ciudades y áreas urbanas, el levantamiento topográfico es esencial para planificar la distribución de infraestructuras como carreteras, sistemas de drenaje y redes de servicios públicos. Los datos topográficos permiten comprender la topología del terreno, identificar áreas de riesgo y optimizar el uso del espacio.

c) Gestión de recursos naturales: El levantamiento topográfico desempeña un papel crucial en la gestión sostenible de los recursos naturales, como la agricultura, la silvicultura y la minería. Al medir y comprender la topografía de una región, es posible tomar decisiones informadas sobre la ubicación de cultivos, el diseño de sistemas de riego, la planificación de la explotación forestal y la evaluación de yacimientos minerales.

d) Estudios geoespaciales y cartografía: Los datos topográficos recopilados se utilizan para crear mapas precisos y detallados. Estos mapas son fundamentales para la navegación, la delimitación de fronteras, la gestión de desastres naturales y la planificación de proyectos a gran escala. Además, los estudios geoespaciales, como el monitoreo de cambios en el terreno, la erosión y la deformación del suelo, se basan en mediciones topográficas precisas.

e) Investigación científica: Los científicos utilizan el levantamiento topográfico para estudiar y comprender mejor la Tierra y sus procesos naturales. Los datos recopilados ayudan en investigaciones geológicas, climáticas, hidrológicas y geográficas, proporcionando información valiosa para la comprensión de fenómenos naturales y la toma de decisiones en áreas como la conservación del medio ambiente y el cambio climático.

En conclusión, el levantamiento topográfico es una disciplina esencial que permite medir, representar y comprender el terreno de manera precisa. Con técnicas y tecnologías avanzadas, los topógrafos recopilan datos que son fundamentales en diversas industrias, desde la ingeniería y la construcción hasta la planificación urbana, la gestión de recursos naturales y la investigación científica. El levantamiento topográfico desempeña un papel central en la toma de decisiones informadas y en la creación de infraestructuras sostenibles. Gracias a esta ciencia, podemos comprender mejor el entorno que nos rodea y utilizarlo de manera responsable.

**2.1.1.5 Errores de Medición de Topografía.** Hay varios errores de medición en las mediciones que afectan la precisión de los resultados obtenidos. Algunos de los errores más comunes son:

- Error de instrumento: este error se debe a las imperfecciones de los instrumentos de medición utilizados, como el teodolito, el nivel y las estaciones totales. Esto puede incluir lecturas erróneas, calibración incorrecta o desviación del instrumento.

- Errores de observación: estos errores ocurren en observaciones como la lectura de ángulos y distancias. Estos pueden deberse a errores de puntería, errores de estimación, errores de lectura del instrumento o errores humanos al registrar las mediciones.

- Errores atmosféricos: las condiciones atmosféricas, como la refracción y la visibilidad, pueden provocar errores de medición. La refracción atmosférica puede provocar desviaciones en las mediciones de ángulos, mientras que la visibilidad limitada puede afectar la precisión de las mediciones de distancia.

- Error de compensación: pueden ocurrir errores de compensación cuando se toman medidas de ángulo y distancia para determinar relaciones geométricas. Estos errores ocurren cuando los resultados de la medición no coinciden completamente con las condiciones de cierre, lo que puede resultar en la necesidad de ajustar y compensar los resultados de la medición para obtener resultados de cierre precisos.

- Errores de terreno: El terreno en sí mismo puede causar problemas y errores en las mediciones. Factores como el terreno accidentado, la vegetación densa o el acceso deficiente pueden dificultar la obtención de mediciones precisas.

- Error de observación indirecta: Algunas mediciones topográficas se realizan indirectamente utilizando métodos como la fotogrametría o las mediciones de GPS. Estos métodos están sujetos a errores debido a la calidad de la imagen, la precisión del posicionamiento GPS y errores de procesamiento de datos.

- Error de referencia: los errores en el punto de referencia o las coordenadas de control utilizadas en la medición pueden afectar la precisión de la medición. Si los puntos de referencia se configuran incorrectamente o contienen errores, se trasladarán a todas las mediciones posteriores. Es importante ser consciente de estos errores y aplicar al estudio métodos apropiados de validación y control de calidad para minimizar su impacto en los resultados. Esto puede incluir el uso de redundancia en las mediciones, mediciones repetidas y el uso de técnicas de compensación apropiadas.

**2.1.1.6 Estación total electrónica.** Una estación total electrónica es una herramienta fundamental en el campo de la topografía.

Es un instrumento de medición que combina un teodolito electrónico y un distanciómetro láser en un solo dispositivo.

Permite medir ángulos horizontales y verticales, así como distancias con alta precisión y rapidez.

Estas son algunas de las características y beneficios de una estación electrónica total en topografía:

**Medición precisa:** Las estaciones electrónicas totales encontraron precisas de ángulos y distancias. Esto es esencial en la topografía, donde se requiere una alta precisión para obtener resultados confiables.

**Rapidez y eficiencia:** Al combinar un teodolito y un distanciómetro en un solo instrumento, las estaciones totales electrónicas permiten realizar mediciones de manera rápida y eficiente. Esto agiliza el trabajo de campo y reduce el tiempo necesario para completar un levantamiento topográfico.

**Funciones avanzadas:** Las estaciones electrónicas totales suelen contar con funciones avanzadas que facilitan las tareas topográficas. Pueden incluir características como el seguimiento automático de prismas.

La estación total electrónica es una herramienta de gran importancia en la topografía debido a sus numerosas ventajas y funcionalidades. Aquí se mencionan algunas de las razones por las cuales la estación total electrónica es esencial en la topografía.

**Precisión y rapidez:** La estación total electrónica permite mediciones precisas y rápidas de ángulos y distancias. El uso de tecnología electrónica garantiza una mayor exactitud en las mediciones, lo que es fundamental para obtener resultados confiables en la topografía.

**Integración de funciones:** La estación total electrónica combina un teodolito y un distanciómetro en un solo dispositivo. Esto facilita la medición de ángulos y distancias de forma simultánea, lo que ahorra tiempo y aumenta la eficiencia en el campo.

**Capacidad de almacenamiento de datos:** Las estaciones totales electrónicas modernas cuentan con capacidad de almacenamiento interno para guardar datos de campo, como coordenadas, ángulos y distancias medidas. Esto permite un registro detallado de las mediciones realizadas y facilita el procesamiento posterior de los datos en el gabinete.

**Funcionalidades adicionales:** Las estaciones totales electrónicas suelen estar equipadas con características adicionales, como la capacidad de realizar cálculos trigonométricos, mediciones de pendientes y perfiles, así como la generación de

informes y documentación de campo. Estas funcionalidades adicionales mejoran la productividad y la precisión en el trabajo topográfico.

Comunicación inalámbrica: Algunas estaciones totales electrónicas cuentan con capacidad de comunicación inalámbrica, lo que permite la transferencia de datos en tiempo real entre el campo y la oficina. Esto facilita la colaboración y el intercambio de información entre los topógrafos y otros profesionales involucrados en un proyecto. (Rimachi Arimuya, 2021).

**2.1.1.7 UAV de uso en la topografía.** Un UAV (Vehículo Aéreo No Tripulado) o dron, utilizado en topografía, es una herramienta cada vez más común y valiosa en el campo de la cartografía y levantamientos de terrenos. Aquí se presentan algunas de las ventajas y aplicaciones de los UAV en topografía:

Captura de datos aéreos: Los UAV pueden capturar imágenes aéreas de alta resolución, así como datos LiDAR (Light Detection and Ranging), que permiten obtener una representación precisa y detallada del terreno y los objetos en él. Esto es especialmente útil para generar modelos digitales del terreno (MDT) y modelos digitales de superficie (MDS).

Velocidad y eficiencia: Los UAV pueden cubrir grandes extensiones de terreno en un tiempo relativamente corto, lo que los hace altamente eficientes en comparación con los métodos tradicionales de topografía. Además, la planificación de vuelo y la recopilación de datos se pueden automatizar, lo que reduce el tiempo de campo y aumenta la productividad.

Acceso a áreas de difícil acceso: Los UAV pueden acceder a áreas difíciles o peligrosas para los topógrafos, como terrenos accidentados, zonas remotas o sitios con riesgos ambientales. Esto facilita la obtención de datos en lugares que de otra manera serían complicados o peligrosos de alcanzar.

Visualización y análisis en 3D: Los datos capturados por los UAV se pueden utilizar para crear modelos tridimensionales del terreno, lo que permite una mejor visualización y análisis del entorno. Estos modelos 3D son útiles para la planificación de proyectos, la detección de cambios en el terreno y la simulación de diferentes escenarios.

Seguimiento y monitoreo: Los UAV también se utilizan para el seguimiento y monitoreo de proyectos de construcción y obras civiles. Permiten realizar inspecciones regulares y capturar datos actualizados sobre el progreso del proyecto,

identificar problemas y realizar un seguimiento preciso de los cambios en el terreno. (Sedano Mateo, 2019).

**2.1.1.8 La Fotogrametría.** La fotogrametría es una técnica utilizada en topografía que se basa en el análisis y procesamiento de imágenes fotográficas para obtener mediciones y representaciones precisas de objetos y terrenos.

Se utiliza en combinación con herramientas y software especializados para generar modelos tridimensionales y mapas detallados del terreno. Aquí se presentan algunas aplicaciones y ventajas de la fotogrametría en la topografía:

**Levantamientos topográficos:** La fotogrametría permite obtener mediciones precisas de puntos, líneas y áreas en el terreno a partir de imágenes aéreas o terrestres. Se pueden utilizar drones o cámaras montadas en aviones tripulados para capturar imágenes desde diferentes ángulos y altitudes. Estas imágenes se procesan posteriormente para generar modelos digitales del terreno (MDT) y modelos digitales de superficie (MDS).

**Planificación y diseño de proyectos:** La fotogrametría proporciona una representación detallada y precisa del terreno, lo que es fundamental en la planificación y diseño de proyectos de construcción, ingeniería y desarrollo urbano. Permite identificar características geográficas importantes, evaluar la viabilidad de un proyecto y simular diferentes escenarios.

**Análisis de cambios y monitoreo:** La fotogrametría también se utiliza para el análisis de cambios en el terreno a lo largo del tiempo. Comparando imágenes tomadas en diferentes momentos, se pueden identificar y medir cambios en la topografía, como movimientos de tierra, erosión o crecimiento urbano. Esto es especialmente útil en la gestión del medio ambiente y la planificación del uso del suelo. (Red de Investigación e Innovación Educativa, 2021)

**Generación de ortofotos:** La fotogrametría permite generar ortofotos, que son imágenes corregidas geoméricamente para eliminar distorsiones y tener una escala uniforme. Estas ortofotos se utilizan como base para la elaboración de mapas topográficos precisos y actualizados, que son esenciales para diversas aplicaciones en topografía y cartografía.

**Eficiencia y reducción de costos:** La fotogrametría ofrece una forma eficiente y económica de obtener datos topográficos precisos en comparación con los métodos tradicionales de levantamiento en el terreno. La utilización de imágenes

aéreas o terrestres y el procesamiento digital permiten obtener resultados más rápidos y reducir los costos asociados con el personal y los equipos de campo.

Es importante destacar que la fotogrametría requiere de software especializado para el procesamiento y análisis de imágenes, así como de personal capacitado en el manejo de estas herramientas. Además, la calidad de las imágenes, la precisión de las mediciones y los resultados finales dependen de diversos factores, como la resolución de las imágenes, la calidad del equipo utilizado y la correcta planificación de los vuelos o capturas fotográficas. (Ruiz, 2020)

**2.1.1.8.1 Elementos de la Fotogrametría.** Los elementos clave en la fotogrametría son:

1. **Imágenes:** Las imágenes son el elemento principal en la fotogrametría. Estas pueden ser fotografías tomadas desde diferentes ángulos o imágenes capturadas por sensores remotos, como cámaras aéreas o satélites.

2. **Puntos de referencia:** Los puntos de referencia son características distintivas en las imágenes que se utilizan para establecer correspondencias entre ellas. Estos puntos se seleccionan y se identifican manualmente o de forma automática para calcular la posición y orientación relativa de las imágenes.

3. **Alineación:** La alineación es el proceso de ajustar y alinear las imágenes para calcular la posición y orientación precisa de cada una en relación con las demás. Esto se logra mediante la detección y el emparejamiento de puntos de referencia comunes en las imágenes.

4. **Nubes de puntos:** Una vez alineadas las imágenes, se puede generar una nube de puntos que representa la posición tridimensional de los puntos en la escena. Esta nube de puntos se crea utilizando la información de paralaje y la geometría estereoscópica de las imágenes.

5. **Modelo digital de elevación (DEM) y modelo digital de superficie (DSM):** A partir de la nube de puntos, se pueden generar modelos digitales de elevación y modelos digitales de superficie. El DEM representa la elevación del terreno, mientras que el DSM incluye los objetos y las estructuras presentes en la escena.

6. **Texturización:** La texturización es el proceso de aplicar las imágenes originales a los modelos 3D generados. Esto permite obtener modelos 3D con colores y detalles realistas a partir de las imágenes capturadas.

7. **Ortomosaico:** Un ortomosaico es una imagen en dos dimensiones que se crea al combinar y rectificar imágenes aéreas o terrestres para eliminar las

distorsiones perspectivas y topográficas. El ortomosaico proporciona una vista georreferenciada y precisa de un área determinada.

**2.1.1.8.2 Plan de vuelo fotogramétrico.** El plan de vuelo fotogramétrico es un conjunto de directrices y parámetros que se establecen antes de la captura de imágenes aéreas para un proyecto de fotogrametría.

Estas directrices aseguran una cobertura adecuada del área de interés y la adquisición de imágenes de alta calidad que sean adecuadas para el procesamiento fotogramétrico. Aquí hay algunos aspectos clave a considerar al crear un plan de vuelo fotogramétrico:

Los objetivos del proyecto definen claramente los objetivos del proyecto fotogramétrico, como la generación de un modelo digital del terreno, la creación de ortofotos o el análisis de cambios. Esto ayudará a determinar los requisitos específicos de captura de imágenes y los productos finales que se deben obtener.

El Área de interés sirve para Identifica el área geográfica específica que se desea cubrir con las imágenes aéreas. Delimita claramente los límites del área y asegúrate de que toda el área de interés esté cubierta adecuadamente por las imágenes.

La resolución y escala determina la resolución espacial y la escala requerida para el proyecto. Esto dependerá de la precisión necesaria para los resultados finales y del tamaño de los objetos y detalles que se deben capturar. Estos parámetros también influirán en la altitud de vuelo y la distancia entre las imágenes.

La altitud de vuelo y superposición calcula la altitud de vuelo óptima que garantice una buena resolución de las imágenes y una cobertura adecuada del área de interés. También define el porcentaje de superposición frontal y lateral entre las imágenes adyacentes para permitir la correlación estereoscópica y el posterior proceso fotogramétrico.

La trayectoria de vuelo determina la ruta que seguirá el dron o avión durante la adquisición de imágenes. Considera aspectos como la dirección del vuelo (horizontal o en zigzag), la dirección de las imágenes (norte-sur o este-oeste), y la existencia de obstáculos o restricciones en el área de vuelo.

Las Condiciones climáticas y de iluminación se tiene en cuenta las condiciones climáticas y de iluminación óptimas para la captura de imágenes. Elige momentos del día en los que haya una buena iluminación, evitando sombras

excesivas y reflejos. Asegúrate de que el clima sea adecuado, evitando condiciones de lluvia, niebla o viento fuerte que puedan afectar la calidad de las imágenes.

La seguridad y regulaciones en donde se cumple con las regulaciones y requisitos locales relacionados con el vuelo de drones o aviones tripulados. Asegúrate de obtener los permisos necesarios y sigue las mejores prácticas de seguridad para el vuelo, incluyendo la distancia mínima de vuelo sobre áreas pobladas, aeropuertos u otras restricciones. (CISNEROS, 2019)

**2.1.1.9 Reconocimiento del terreno planimétrico para topografía.** El reconocimiento del terreno planimétrico es una etapa fundamental en la topografía, que consiste en recopilar información sobre los elementos y características del terreno en un plano horizontal.

Aquí se presentan los principales aspectos a considerar durante el reconocimiento del terreno planimétrico para la topografía: Estudio previo: Realiza un estudio previo de la zona antes de iniciar el reconocimiento del terreno. Revisa mapas existentes, imágenes satelitales y cualquier otra información disponible que pueda ayudarte a comprender la configuración general del área y sus características.

Delimitación del área en donde se delimita los límites del área de estudio que se va a reconocer planimétrica mente. Esto puede hacerse utilizando puntos de referencia existentes, como calles, ríos o límites de parcelas. Los sistemas de coordenadas determinan el sistema de coordenadas que utilizarás para el reconocimiento planimétrico. Esto puede ser un sistema de coordenadas global, como el sistema de coordenadas geográficas, o un sistema localizado específicamente para el área de estudio.

Los equipos y herramientas utilizan equipos y herramientas adecuados para el reconocimiento del terreno planimétrico. Estos pueden incluir estaciones totales, GPS, cintas métricas, brújulas, niveles de mano y otros instrumentos topográficos.

Los Puntos de control establecen puntos de control en el terreno que servirán como referencia para la medición y ubicación de otros puntos y características. Estos puntos pueden ser puntos de coordenadas conocidas, como mojones o estacas, o pueden establecerse mediante mediciones y marcaciones adicionales.

El levantamiento de puntos realiza mediciones y anotaciones de los puntos de interés en el terreno. Estos puntos pueden incluir esquinas de parcelas, esquinas

de edificios, intersecciones de calles, límites de cuerpos de agua y cualquier otro elemento relevante.

El nivel de detalle en donde se va a determinar el nivel de detalle requerido para el reconocimiento del terreno planimétrico. Esto dependerá de los objetivos del proyecto y la precisión necesaria para los resultados finales.

La documentación adecua todas las mediciones, anotaciones y observaciones realizadas durante el reconocimiento del terreno. Estas notas y registros serán importantes para el procesamiento posterior de los datos y la elaboración de los planos topográficos. (esteban, 2019)

**2.1.1.10 Planimetría.** La planimetría es una rama de la topografía que se centra en la representación gráfica de las características y elementos del terreno en un plano horizontal.

La planimetría proporciona información detallada sobre la distribución y ubicación de objetos, estructuras y elementos topográficos en un área determinada. Aquí se explican algunos conceptos clave relacionados con la planimetría:

**Plano topográfico:** Es el resultado final de la planimetría, que consiste en un dibujo o representación gráfica a escala del terreno y sus características en un plano horizontal. El plano topográfico muestra detalles como líneas de contorno, cuerpos de agua, construcciones, caminos, vegetación y otros elementos relevantes.

**Escala:** La escala es la relación entre las dimensiones representadas en el plano y las dimensiones reales del terreno. Por ejemplo, una escala de 1:100 significa que 1 unidad en el plano representa 100 unidades en el terreno. La elección de la escala depende del nivel de detalle requerido y del tamaño del área a representar.

**Coordenadas:** Las coordenadas son utilizadas para ubicar puntos específicos en el plano topográfico. Pueden ser coordenadas cartesianas (coordenadas X, Y) o coordenadas geográficas (latitud y longitud). Las coordenadas permiten una referencia precisa de la posición de objetos y puntos de interés en el terreno.

**Puntos de control:** Son puntos con coordenadas conocidas que se utilizan para georreferenciar el plano topográfico. Estos puntos deben ser medidos con precisión y deben ser fácilmente identificables tanto en el terreno como en el plano. Los puntos de control se utilizan para establecer la relación entre las coordenadas del terreno y las coordenadas representadas en el plano.

Curvas de nivel: Las curvas de nivel son líneas que conectan puntos de igual elevación en el terreno. Estas líneas permiten visualizar las formas y características del terreno, como pendientes, valles, colinas y montañas. Las curvas de nivel se dibujan en el plano topográfico y se utilizan para representar la elevación del terreno de manera gráfica.

Elementos topográficos: Los elementos topográficos representados en la planimetría pueden incluir carreteras, ríos, cuerpos de agua, edificios, vegetación, límites de propiedades, estructuras y otros objetos de interés. Estos elementos se dibujan en el plano con símbolos y convenciones específicas para facilitar su interpretación.

Leyendas y anotaciones: Las leyendas y las anotaciones se utilizan para proporcionar información adicional sobre el plano topográfico. Esto puede incluir la escala utilizada, la fecha de creación, el nombre del topógrafo, símbolos utilizados y cualquier otra información relevante para su comprensión y uso.

La planimetría es esencial en muchos campos, como la ingeniería civil, la arquitectura, la gestión del territorio y la cartografía. Proporciona una representación precisa y detallada del terreno en un plano horizontal, lo que facilita el diseño, la planificación y la toma de decisiones en diversos proyectos y aplicaciones. (Márquez, 2017)

**2.1.1.10.1 Las Curvas de Nivel en la Planimetría.** Las curvas de nivel son líneas imaginarias que conectan puntos de igual elevación en un terreno o superficie.

Estas líneas se dibujan en un plano topográfico y proporcionan información sobre la forma y la elevación del terreno. Algunos aspectos importantes de las curvas de nivel son:

Igualdad de elevación: Cada curva de nivel representa una elevación constante en relación con un punto de referencia, como el nivel del mar o una elevación conocida. Por ejemplo, si las curvas de nivel están espaciadas a intervalos de 5 metros, cada curva de nivel representa una diferencia de elevación de 5 metros con respecto a la curva de nivel adyacente.

Espaciamiento y densidad: El espaciamiento entre las curvas de nivel depende de la pendiente del terreno y del nivel de detalle requerido. En áreas con pendientes suaves, las curvas de nivel pueden estar más separadas, mientras que, en áreas con pendientes pronunciadas, las curvas de nivel se acercan entre sí para

representar cambios rápidos de elevación. En terrenos planos, las curvas de nivel pueden estar más alejadas.

Relación con las pendientes: Las curvas de nivel más juntas indican pendientes pronunciadas, mientras que las curvas de nivel más separadas representan pendientes más suaves. Donde las curvas de nivel están más cerca entre sí, la pendiente es más pronunciada, y donde están más separadas, la pendiente es más suave o plana.

Interpretación de la forma del terreno: Al observar las curvas de nivel en un plano topográfico, es posible obtener información sobre la forma del terreno. Por ejemplo, cuando las curvas de nivel forman círculos cerrados, esto puede indicar la presencia de una colina o un monte. Cuando las curvas de nivel se estrechan o convergen en un punto, puede haber un valle o una depresión.

Indicadores de relieve: Al dibujar las curvas de nivel, se utilizan convenciones para indicar las características del relieve, como colinas, depresiones, cimas, cañones y otros elementos topográficos. Estos símbolos permiten una mejor interpretación visual del terreno en el plano topográfico.

Medición de altitudes: Las curvas de nivel también se utilizan para determinar altitudes o elevaciones en puntos específicos del terreno. Al conocer la elevación de una curva de nivel de referencia, se pueden calcular las elevaciones de otros puntos en el terreno a partir de las curvas de nivel correspondientes.

Las curvas de nivel son esenciales en la representación gráfica de la topografía, ya que proporcionan información sobre las características del terreno y permiten una interpretación más clara y detallada del relieve. Son utilizadas en una variedad de campos, como la ingeniería, la planificación urbana, la gestión del agua, la cartografía y la navegación. (Martinez, 2018).

**2.1.1.11 Muestra No Probabilística.** En la planimetría, una muestra no probabilística se refiere a la selección de elementos del terreno de manera no aleatoria o sin seguir un proceso estadístico riguroso.

En este tipo de muestra, los elementos se eligen de acuerdo con la conveniencia, accesibilidad o criterios específicos del topógrafo o del proyecto en particular. Aunque una muestra no probabilística puede proporcionar información útil, es importante tener en cuenta que los resultados obtenidos pueden no representar con precisión toda el área de estudio.

En la planimetría, se pueden utilizar diferentes enfoques para seleccionar una muestra no probabilística, como los siguientes: Muestra por conveniencia: Se eligen elementos del terreno que son convenientes o fácilmente accesibles para el topógrafo. Por ejemplo, seleccionar puntos que estén cerca de caminos o senderos, o que sean visibles y accesibles desde una ubicación específica.

Muestra por juicio: El topógrafo selecciona elementos del terreno basándose en su experiencia o conocimiento previo. Se eligen puntos que se consideran representativos o importantes en función del objetivo del proyecto. Muestra por cuotas: Se establecen criterios para seleccionar una muestra que cumpla con ciertas características o proporciones específicas. Por ejemplo, seleccionar un número determinado de puntos en cada área de interés o categoría predefinida.

Es importante destacar que una muestra no probabilística puede estar sujeta a sesgos y no proporcionar una representación completa o imparcial del área de estudio. Por lo tanto, si se busca obtener resultados más confiables y generalizables, se recomienda utilizar muestras probabilísticas, donde se seleccionen elementos de manera aleatoria y se apliquen técnicas estadísticas adecuadas para el análisis de datos. (Julca, 2019)

**2.1.1.12 El sistema NTRIP.** (Networked Transport of RTCM vía Internet Protocol) es una tecnología utilizada en topografía que permite la transmisión de datos de corrección diferencial en tiempo real a través de Internet.

Estos datos de corrección son utilizados por receptores GNSS (Global Navigation Satellite System) para mejorar la precisión de las mediciones realizadas en campo.

Estaciones de referencia: Se establecen estaciones de referencia GNSS estratégicamente ubicadas que registran las observaciones satelitales y calculan las correcciones diferenciales en tiempo real. Estas estaciones suelen estar equipadas con receptores GNSS de alta precisión y se conocen como estaciones base.

Servidor NTRIP: Las estaciones base están conectadas a un servidor NTRIP a través de Internet. El servidor actúa como un punto central donde se almacenan y distribuyen las correcciones diferenciales generadas por las estaciones base.

Receptores GNSS móviles: Los receptores GNSS móviles utilizados en campo se conectan al servidor NTRIP a través de Internet utilizando una conexión de datos, como una red celular o Wi-Fi. Estos receptores envían una solicitud al servidor NTRIP



Correcciones en tiempo real: El sistema NTRIP permite recibir correcciones diferenciales en tiempo real para mejorar la precisión de las mediciones GNSS. Esto es especialmente beneficioso en aplicaciones que requieren resultados inmediatos y precisos, como levantamientos topográficos en tiempo real, control de maquinaria o aplicaciones de navegación.

Cobertura amplia: Dado que el sistema NTRIP utiliza Internet para la transmisión de datos, es posible acceder a estaciones base y recibir correcciones diferenciales desde ubicaciones remotas o distantes. Esto proporciona una mayor cobertura y flexibilidad para llevar a cabo trabajos topográficos en diferentes áreas geográficas.

Eficiencia y conveniencia: Al utilizar una conexión de datos a través de Internet, el sistema NTRIP evita la necesidad de transportar y configurar equipos adicionales, como radios de transmisión de correcciones diferenciales. Esto simplifica y agiliza el proceso de obtención de correcciones diferenciales en campo, lo que resulta en una mayor eficiencia y comodidad para los topógrafos y operadores de GNSS.

Costo reducido: En comparación con otros métodos de transmisión de correcciones diferenciales, como las comunicaciones por radio, el sistema NTRIP puede resultar en costos más bajos. Al utilizar una conexión de Internet existente, se eliminan los gastos asociados con el establecimiento y mantenimiento de redes de radio dedicadas.

Flexibilidad de recepción: El sistema NTRIP es compatible con una amplia gama de receptores GNSS y dispositivos móviles que admiten esta tecnología. Esto permite utilizar receptores GNSS existentes o adquirir nuevos dispositivos compatibles con NTRIP sin necesidad de cambiar todo el sistema.

Mayor precisión: Al recibir correcciones diferenciales en tiempo real a través del sistema NTRIP, se mejora significativamente la precisión de las mediciones GNSS. Esto es especialmente importante en trabajos topográficos que requieren altos niveles de precisión, como el control de máquinas, levantamientos de alta resolución o monitoreo estructural. (Bermeo, 2019)

#### **2.1.1.12.1 Características Protocolo Ntrip.** Sus características son:

Transmisión en tiempo real: NTRIP permite la transmisión continua de datos de corrección diferencial en tiempo real a través de Internet. Esto permite una mejora en la precisión de las mediciones de posicionamiento en receptores GPS y GNSS.

Basado en el protocolo HTTP: NTRIP utiliza el protocolo HTTP (Hypertext Transfer Protocol) para la transmisión de datos. Esto significa que puede aprovechar la infraestructura de Internet existente para enviar y recibir datos de corrección diferencial.

Formato de datos RTCM: El protocolo NTRIP utiliza el formato de datos RTCM (Radio Technical Commission for Maritime Services) para transmitir las correcciones diferenciales. RTCM es un estándar ampliamente utilizado en la industria para la comunicación de datos de corrección diferencial entre estaciones de referencia y receptores GNSS.

Estaciones de referencia y estaciones de usuario: En el protocolo NTRIP, existen dos tipos principales de estaciones: las estaciones de referencia y las estaciones de usuario. Las estaciones de referencia recopilan datos de mediciones GNSS precisas y generan correcciones diferenciales. Estas correcciones se envían a través de NTRIP a las estaciones de usuario, que son los receptores GNSS que utilizan estas correcciones para mejorar la precisión de sus mediciones.

Autenticación y seguridad: NTRIP puede proporcionar opciones de autenticación y seguridad para garantizar que solo los usuarios autorizados puedan acceder a los datos de corrección diferencial. Esto es especialmente importante en aplicaciones que requieren alta confidencialidad, como la agricultura de precisión o la navegación marítima.

**2.1.1.13 Programa Agisoft Metashape.** Agisoft Metashape es un software de procesamiento de imágenes fotogramétricas desarrollado por Agisoft LLC, Metashape, anteriormente conocido como Agisoft PhotoScan, se usa ampliamente en campos como la cartografía, la arqueología, la topografía, la ingeniería, la cinematografía y la investigación científica.

El objetivo principal de Agisoft Metashape es generar modelos 3D y reconstruir con precisión objetos, estructuras o paisajes a partir de imágenes tomadas desde diferentes ángulos, el software utiliza fotogrametría para calcular la posición y orientación de la imagen y crear una representación tridimensional de la escena capturada.

Con un flujo de trabajo paso a paso, Agisoft Metashape realiza varias tareas en diferentes formatos 3D, como alineación de imágenes, generación de nubes de puntos densas, creación de modelos 3D, texturizado de modelos, generación y exportación de ortomosaico.

El software utiliza algoritmos avanzados para la reconstrucción y el procesamiento de imágenes, incluida la coincidencia de puntos de referencia visuales, el filtrado de datos, la fusión de imágenes y la estimación precisa de la geometría y la textura de la escena.

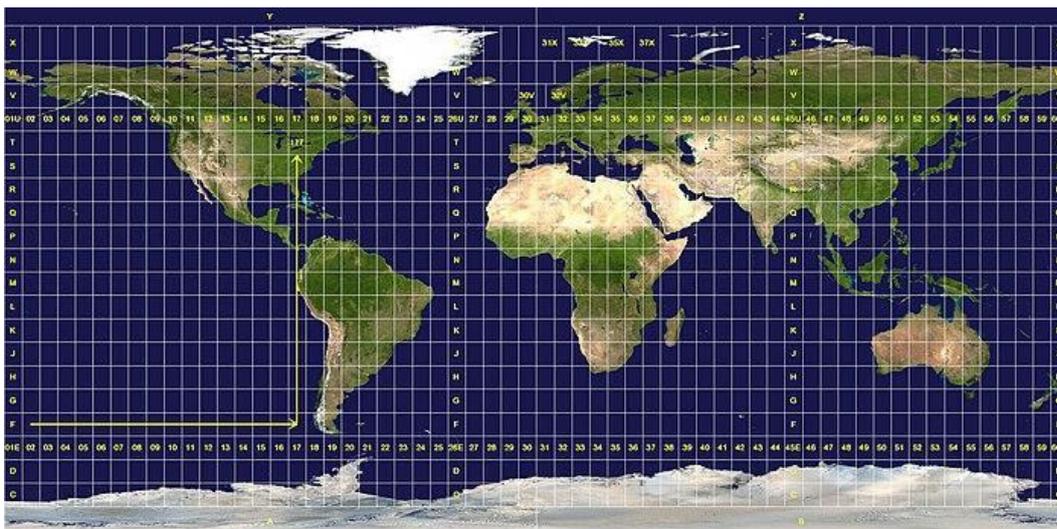
Agisoft Metashape ofrece una interfaz amigable y funciones adicionales como herramientas de medición, análisis de calidad, generación de informes y soporte para sistemas de coordenadas y georreferenciación. Además, el software es compatible con una amplia gama de cámaras, incluidas DSLR, cámaras de drones y cámaras de dispositivos móviles.

En resumen, Agisoft Metashape es un poderoso software para procesar imágenes fotogramétricas y crear modelos 3D precisos, proporciona una solución integral para el procesamiento de datos de imágenes y se usa ampliamente en varias industrias y disciplinas que necesitan crear modelos 3D a partir de fotografías.

**2.1.1.14 Universal Transverse Mercator (UTM).** Es una proyección cilíndrica creada en 1659 por el geógrafo flamenco Gerard Mercator, el mismo generó una cuadrícula matemática en la que los meridianos son líneas rectas y cortan perpendicularmente.

Al desarrollar la proyección UTM, Mercator dividió la tierra en 60 zona de 6 grados.

Ilustración 2: Proyección de Mercator.



Fuente: XYX 3D (2020).

### **2.1.1.15 Técnicas y Métodos de Posicionamiento Satelital**

**2.1.1.15.1 GPS.** El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de navegación por satélite que puede determinar la ubicación geográfica del receptor en cualquier parte de la Tierra con notable precisión. El GPS se basa en una red de satélites que orbitan la Tierra y emiten señales de radio.

Estas señales son recibidas por un receptor GPS, que calcula la posición del receptor midiendo la distancia entre el receptor y varios satélites.

Al combinar mediciones de varios satélites, el receptor puede determinar su ubicación exacta en latitud, longitud y altitud.

Una de las principales características del GPS es su amplia cobertura mundial. Los satélites GPS están distribuidos en órbita alrededor de la Tierra, por lo que varios satélites son visibles desde cualquier lugar de la Tierra. Esto permite que el sistema opere en cualquier parte del mundo, desde áreas urbanas densamente pobladas hasta áreas remotas deshabitadas, otra característica importante del GPS es su precisión.

La precisión típica del GPS puede variar de unos pocos metros a centímetros, según las condiciones climáticas, la configuración del receptor y otros factores. Esta precisión hace que el GPS sea una herramienta esencial en una variedad de aplicaciones, como la navegación terrestre, marítima y aérea, el seguimiento de flotas, la cartografía, la topografía, la agricultura de precisión y muchas otras áreas que requieren un conocimiento preciso de la ubicación. Además, el GPS proporciona información de tiempo precisa para sistemas de cronometraje, comunicaciones y muchas aplicaciones científicas y tecnológicas.

**2.1.1.15.2 Glonass.** El Sistema Global de Navegación por Satélite (GLONASS, abreviatura rusa) es un sistema de posicionamiento por satélite desarrollado por Rusia, al igual que el GPS, GLONASS utiliza una constelación de satélites en órbita alrededor de la Tierra para proporcionar información de ubicación precisa en todo el mundo.

La constelación GLONASS consta de aproximadamente 24 satélites en órbita ubicados en diferentes planos orbitales que se extienden por todo el mundo, una de las principales características de GLONASS es su compatibilidad con otros sistemas de navegación por satélite como el GPS, esto significa que los receptores GNSS (sistema de navegación por satélite) compatibles pueden recibir señales

GLONASS y GPS, lo que aumenta la disponibilidad de los satélites y mejora la precisión del posicionamiento.

GLONASS proporciona la misma precisión que el GPS, que suele oscilar entre unos pocos metros y centímetros, según las condiciones y la configuración del receptor, esto lo hace adecuado para una amplia gama de aplicaciones, incluida la navegación terrestre, marítima y aérea, la topografía, la cartografía, la agricultura de precisión y la geodesia.

Además, GLONASS también tiene ventajas en áreas de latitudes altas, como el norte de Rusia y el Ártico, donde el GPS puede verse limitado por la geometría de los satélites, con su constelación de satélites en determinadas órbitas, GLONASS puede brindar una mejor cobertura en estas áreas y garantizar la disponibilidad de señales de navegación más confiables, todo esto convierte a GLONASS en un importante sistema de navegación para Rusia y otros países que llegan a latitudes septentrionales.

**2.1.1.15.3 Galileo.** Sistema de posicionamiento desarrollado por la Unión Europea, al igual que GPS y GLONASS, Galileo utiliza una constelación de satélites que orbitan alrededor de la Tierra para proporcionar servicios de posicionamiento, navegación y temporización.

La constelación de Galileo consta de unos 30 satélites en órbita y está diseñada para proporcionar una cobertura global y una mayor precisión que otros sistemas de navegación. Una de las principales características de Galileo es su mayor precisión.

Gracias a su avanzada configuración y tecnología, el sistema Galileo puede proporcionar mediciones de posición con una precisión de unos pocos centímetros. Esto lo convierte en una herramienta invaluable para aplicaciones que requieren alta precisión, como la navegación de vehículos autónomos, la geodesia de alta precisión y la industria aeroespacial.

Además de la precisión, Galileo también era conocido por su independencia y fiabilidad. Como sistema autónomo desarrollado por la Unión Europea, Galileo no está sujeto a restricciones políticas o militares que puedan afectar a otros sistemas de navegación. Esto garantiza que Galileo siempre pueda brindar un servicio continuo y confiable, incluso en situaciones de emergencia o conflicto. La combinación de precisión, cobertura global y confiabilidad hacen de Galileo un fuerte competidor y

una alternativa confiable a otros sistemas de navegación por satélite en todo el mundo.

**2.1.1.15.4 Beidou.** Beidou, también conocido como China Navigation Satellite System, es un sistema global de navegación por satélite desarrollado y operado por la República Popular de China.

Al igual que otros sistemas de posicionamiento por satélite, como GPS, GLONASS y Galileo, Beidou utiliza una constelación de satélites en órbita para proporcionar información de ubicación precisa en todo el mundo. La constelación de Beidou consta de satélites geosíncronos y de órbita terrestre media y proporciona cobertura global y mayor precisión en la región de Asia-Pacífico.

Una de las características del sistema Beidou es centrarse en aplicaciones prácticas y militares. Además de proporcionar servicios de posicionamiento y navegación precisos a usuarios civiles, Beidou también proporciona capacidades de vigilancia y comunicaciones esenciales para aplicaciones militares y de seguridad nacional. Esto hace que el sistema Beidou sea una parte integral de la infraestructura científica y tecnológica de China y una parte importante de la autonomía de navegación y comunicación.

En 2020, China completó la constelación principal de satélites Beidou, que logró una cobertura global completa y una mayor precisión en comparación con los sistemas anteriores. En consecuencia, Beidou se ha adoptado y utilizado cada vez más en campos como la navegación marítima, la agricultura de precisión, la logística, los servicios de emergencia y la gestión de flotas tanto en el país como en el extranjero. Con su creciente importancia y capacidades avanzadas, Beidou se ha convertido en un jugador importante en los sistemas de navegación por satélite globales.

**2.1.1.16 Red Geodésica Ecuador.** La Red Geodésica del Ecuador es un sistema geodésico de referencia utilizado para establecer coordenadas geográficas precisas y puntos de control en todo el territorio del Ecuador, consta de varias estaciones geodésicas ubicadas estratégicamente en diferentes puntos del país.

Estas estaciones están equipadas con instrumentos de medición de alta precisión, como receptores GPS y estaciones totales, que pueden determinar con precisión las coordenadas geográficas de cada punto de la red, estas

coordenadas se utilizan en diversas aplicaciones, como cartografía, topografía, topografía e ingeniería.

La red geodésica de Ecuador es fundamental para la creación de un sistema de referencia espacial y geográfica en el país, puede medir con precisión la distancia, la altura y la posición, que son esenciales para la planificación urbana, la construcción de infraestructura, la demarcación de fronteras, la investigación geodinámica y más, la red es administrada por el Instituto Ecuatoriano de Geografía Militar (IGM), que cuenta con estaciones de referencia en todo el país. Estas estaciones están unidas por observaciones y cálculos geodésicos, que permiten una red geodésica continua y consistente en todo el país.

En conclusión, la Red Geodésica del Ecuador es un sistema de referencia geodésico que proporciona coordenadas precisas para varios objetivos en el país, está gestionado por el Departamento de Geografía Militar y es fundamental para las actividades relacionadas con la topografía, la cartografía y la ingeniería.

**2.1.1.16.1 Red Geodésica Nacional del Ecuador (REGNE).** Es la red principal de referencia geodésica del país.

Está compuesta por una serie de estaciones geodésicas distribuidas en todo el territorio ecuatoriano. Es administrada por el Instituto Geográfico Militar del Ecuador (IGM).

**2.1.1.16.2 Red Geodésica de la Ciudad de Quito.** Es una red geodésica de alta precisión establecida en la ciudad de Quito, capital de Ecuador.

Esta red es especialmente relevante debido a la presencia del monumento a la Mitad del Mundo y su importancia histórica como punto de referencia geodésico.

**2.1.1.16.3 Red Geodésica de la Ciudad de Guayaquil.** Al igual que la red de Quito, la ciudad de Guayaquil cuenta con una red geodésica específica.

Esta red es fundamental para la planificación urbana, la construcción de infraestructuras y otras aplicaciones relacionadas.

**2.1.1.16.4 Red Geodésica de las Islas Galápagos.** Dadas las características únicas de las Islas Galápagos, se ha establecido una red geodésica especial para este archipiélago.

Esta red es importante para la conservación de la biodiversidad y la gestión de los recursos naturales de las islas

### **2.1.2 Estado del Arte**

La comuna Engabao está ubicada en la región costa de Ecuador, en la provincia del Guayas. Tal como se pudo evidenciar en Concejo del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Playas (2014), Engabao forma parte del cantón Playas cuyas comunas son San Antonio, la misma Engabao y recintos como El Arenal, Data de Villamil y San Vicente. Precisamente de todos estos lugares se tiene poca información referente a su catastro dada la discontinuidad generalizada en los registros del cantón. Sin embargo y pese a las deficiencias el Departamento de Catastro ha logrado, junto con la Unidad de Gestión de Riesgos, identificar 18 barrios en estado de vulnerabilidad frente a inundaciones.

La planeación territorial no solo comprende la gestión del catastro urbano, sino también un tema coyuntural en la sociedad civil el cual es la gestión de riesgos. Según Cedeño (2022), para el cantón Playas en su extensión territorial la gestión de riesgos se realizó a través de la Unidad de Gestión de Riesgos en cooperación y coordinación con el Departamento de Catastro. Por lo que en su estudio se logró observar la estrecha relación que guardaban el aparato catastral y otras unidades y departamentos administrativos en cuanto a territorio se refiere. Básicamente, este tipo de cooperación intradepartamental se dio ante los posibles eventos de índole ambiental. Con esto proveyó el principio básico de que es necesario contar con una adecuada información del uso del suelo porque, por ejemplo, en ella radica la categorización y la priorización de los sectores urbanos en evacuaciones y proyectos de obra de infraestructura para la protección y defensa de la ciudadanía. Dentro de esta gestión habitualmente se incluyen el monitoreo y elaboración de estudios que presuman el impacto de los desastres naturales en áreas de circunscripción territorial.

Engabao cautiva por su belleza costera y su actividad pesquera es, junto con el turismo, el principal motor de sus habitantes. Antes de la pandemia de 2020 Engabao había experimentado un aumento en la llegada de turistas, creciendo con ello la oferta de servicios de alimentación y hospedaje. Sin embargo, el poco control por parte de los organismos reguladores de las actividades turísticas y comerciales ha provocado que este crecimiento se dé en condiciones de escasa supervisión y regulación. Tal es el caso que, en los resultados de Narváez y Raimundy (2021), se evidenció que los establecimientos que proveían servicios de hospedaje y restaurante no se encontraban regulados por organización alguna. De hecho, la junta comunal

tenía conocimiento de estos, pero no les solicitaba registro. Y como parte de las recomendaciones se sugirió realizar el respectivo registro catastral de los negocios.

León (2019), explicó en su estudio que en la parte económica de Engabao, dentro del 100% de personas que poseían negocios en el área aproximadamente el 37% estaban entre los 41 y 50 años. Los negocios eran relativamente nuevos en su mayoría ya que eran emprendimientos de propiedad de las personas del 53% restante y dichos negocios no pasaban de los 5 años. Por otro lado, sólo el 21% de todos los emprendimientos han sido constituidos de manera regular, es decir, con la documentación y permisos de ley, pero la cifra más llamativa es la del 83% de los negocios cuyos ingresos no superan los \$1000 mensuales.

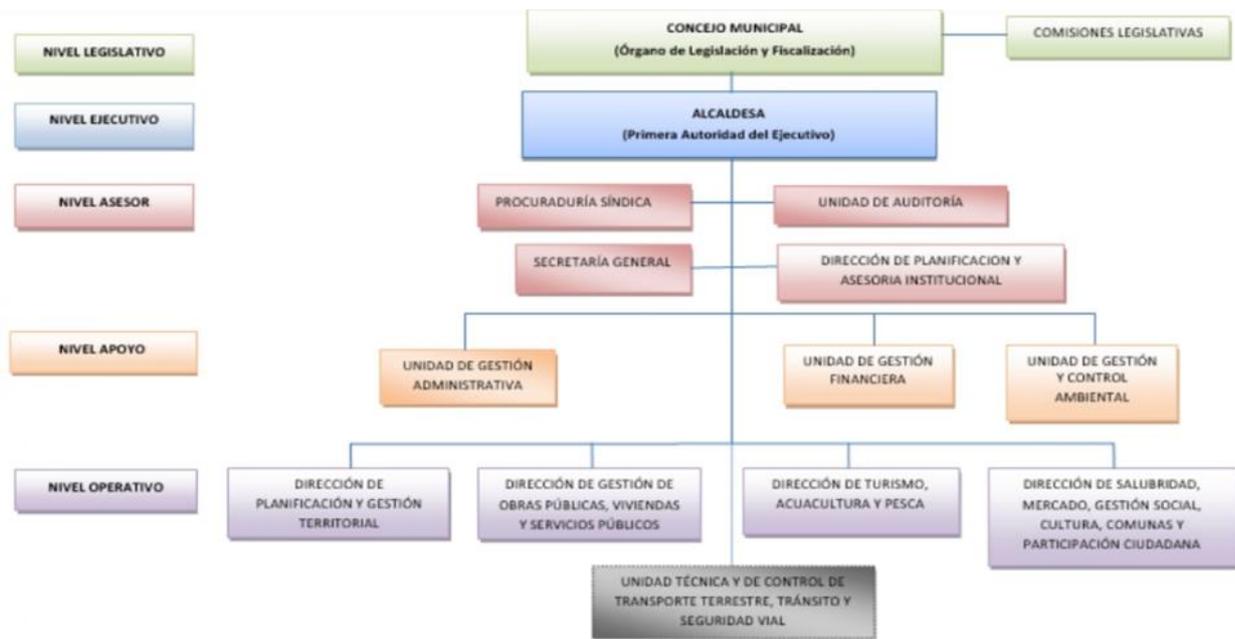
Los números contrastan con los que fueron obtenidos por Zambrano y Carranza (2019), quienes, entre otras cifras, dieron cuenta de indicadores importantes dentro del índice de desarrollo local. De los datos más relevantes destacan aquellos que detallan la información de cada indicador dentro del cual se encuentran cifras tales como que, aunque el 100% de población contaba con agua potable y energía eléctrica, tan solo el 78% contaba con servicios sanitarios. La salud por su parte obtiene puntajes bastante bajos relativamente en su indicador pues, aunque existe un subcentro de salud en la comuna, por el estado de las carreteras era difícil acceder al hospital más cercano. La educación tuvo valores un poco más alentadores, pero que no dejaban de ser deficientes ya que la tasa de alfabetismo en Engabao está entre el 70% al 80%. Estas cifras reafirman la concepción de que el desarrollo de Engabao podría dinamizarse pues, tenía una economía fluctuante y en términos concretos reducida, pero necesita de un ordenamiento territorial que comienza con una adecuada actualización catastral para poder alcanzar los objetivos de desarrollo económico que presumen su potencial.

En el lanzamiento del proyecto de actualización del catastro de playas por parte de Municipalidad de Playas (2021), se dijo que el catastro está, en todo momento, constituido por cuatro componentes que dan forma a su esquema. El primer componente es el físico, mismo que determina el tamaño y forma de las áreas de lotes y macro lotes. Mientras, su componente jurídico identifica el registro de los bienes reales de los ciudadanos, así como los derechos de propiedades. Por el lado económico define el avalúo que es el generador del impuesto predial urbano. No menos importante es el componente social el cual tiene como eje principal del ordenamiento al ciudadano. Sin embargo, toda la estructura catastral se respalda en

la tecnología disponible que actualmente y gracias a su evolución dinamiza los procesos y brinda las condiciones adecuadas para el desarrollo de las comunidades.

La forma correcta de entender mejor el proceso de la generación de datos catastrales en los gobiernos autónomos descentralizados es a través de su origen. La división administrativa organizacional se puede apreciar en la Ilustración 1: Organigrama del Municipio de Playas.

Ilustración 3: Organigrama del Municipio de Playas.



Fuente: Gad Municipal de Playas (2018).

De esta manera se puede evidenciar que el génesis del aparato catastral está en la Dirección de Planificación y Gestión Territorial. Ente de nivel operativo que entre otras de sus funciones gestiona y genera productos tales como licencias de edificación que tal como lo definió Bautista (2020), el permiso de construcción es un acto que se da a escala administrativa y a través del cual un GAD municipal brinda autorización para ejecutar una obra que tiene la característica de ser una edificación permanente dentro de un predio. Este permiso es de enorme importancia en la gestión del territorio porque es una herramienta mediante la cual los GAD municipales mantienen actualizada sus bases de datos catastrales.

Hoy en día los catastros se valen de instrumentos tecnológicos como, por ejemplo, los SIG que son usados por entidades gubernamentales por la gran variedad de tareas interrelacionadas que pueden abarcar y que están conectadas de forma geográfica. Los SIG normalmente intervienen en el postproceso luego de un levantamiento topográfico. Una aplicación de los SIG se dio en el trabajo de Lavayen

y Torres (2021), donde se realizó un catastro turístico en Engabao en el cual, para la etapa de levantamiento de información en fichas, se utilizaron preguntas provistas por un formulario enfocado en la determinación de datos detallados de cada negocio asociado directamente a la industria del turismo. Todo esto junto con bases de datos del Ministerio de Turismo fueron herramientas para la realización del proyecto y cuyo fin era el de proveer una línea base para los procesos de planificación turística en Engabao. Es así como se pudo observar cuán importante resulta la combinación efectiva entre la información catastral, la tecnología y los procesos que demarcan el desarrollo social para una comunidad en particular.

Con respecto a la tecnología aplicada a catastros urbanos, por los estudios realizados por Zabala (2018), en el ámbito tecnológico se supo que el sistema NTRIP, acrónimo de Networked Transport of RTCM vía Internet Protocol, se trataba de un protocolo basado en el Protocolo de Transferencia de Hipertexto HTTP, es decir, permite la transmisión de datos GNSS por internet y fue desarrollado para distribuir flujos de datos GNSS a receptores móviles o estáticos. Mientras, Gorbea (2019), dice que la fotogrametría se basaba en imágenes tomadas a gran altitud para lograr una mayor cobertura de la superficie del terreno. Con esas fotografías o imágenes no solamente se pueden medir superficies, sino también obtener una representación del relieve o geomorfología a través de las sombras que las geoformas generan a lo largo del día con la luz del sol.

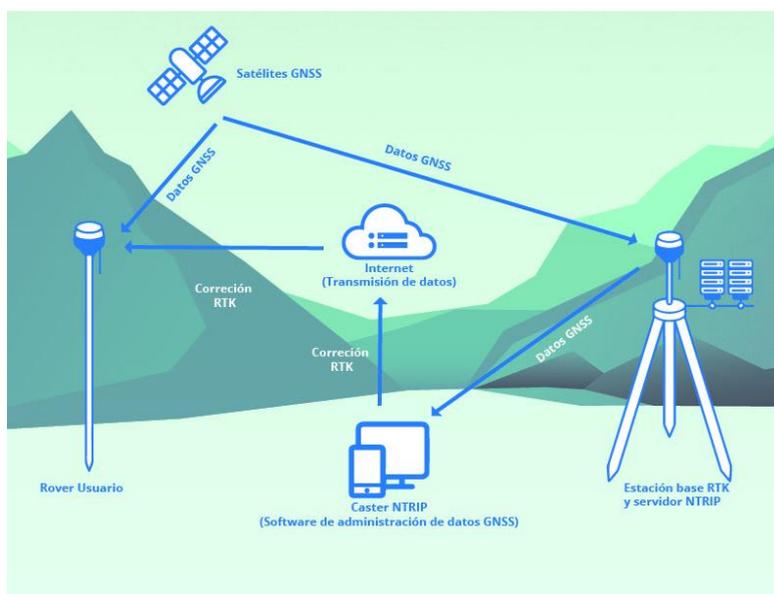
Existe una razón para que el tiempo de los catastros estén regulados por ley. Pese a que se entiende que las edificaciones son estructuras permanentes, cada cierto tiempo sufren modificaciones propias del uso que se le da a los bienes. Por esta razón la ley establece periodos de tiempo en el que los cabildos deben ejecutar actualizaciones. Tal es así que en el estudio de Alvarez (2021), se mostró el proceso para la aplicación de la topografía en la rectificación de linderos. Esto último junto con el uso de la tecnología son un aspecto clave para las actualizaciones catastrales. Por ende, en el ámbito tecnológico de la mencionada investigación se estimó que para el sistema NTRIP la preocupación mayor por las interferencias recae sobre aquellas estructuras que puedan obstaculizar la señal de internet. Algo que bien puede solucionarse con redes cercanas de WIFI. Mientras, que la fotogrametría se reserva para levantamientos en zonas de difícil acceso.

En el estudio de Santeccchia y Spa (2020), se realizó una comparación de los datos obtenidos a través de dos métodos de adquisición distintos. Uno de ellos fue el

sistema NTRIP y tal como se demostró, la forma en la que trabaja el sistema NTRIP consiste básicamente en que utiliza una estación base permanente la cual trabaja en combinación con el servidor de NTRIP y transmite los datos de posición corregidos a través de internet. Esto lo hace un sistema ideal para trabajar en ciudad puesto que la transmisión de datos habitualmente se realizaba por radiofrecuencia hacia o desde el receptor GNSS, pero era vulnerable a interferencias por obstrucción por parte de edificios, vegetación, etc.

Terán (2022), demostró que el sistema NTRIP presentó ciertas ventajas en comparación con sistemas como el GPS con correcciones RTK. Una de las más relevantes fue su economía puesto que representó un ahorro de poco más del 50% frente al otro sistema en mención. Otra característica importante fue la precisión y fidelidad de los datos la cual se demostró que no existía mucha variación entre ambos sistemas. Esto último no solo afianzó la confianza sobre el sistema NTRIP, sino que decantó definitivamente su preferencia sobre el GPS con correcciones RTK en levantamientos catastrales sobre todo considerando que con NTRIP el alcance fue el triple frente a su contraparte. Cabe recalcar que ambos sistemas demostraron eficacia, pero NTRIP fue el que tuvo mayor rendimiento.

Ilustración 4: Esquema de funcionamiento del sistema NTRIP.



Fuente: scsequipos.com (s.f.)

Con respecto a la fotogrametría Bejarano y Palomino (2022) dicen en su trabajo que una de las aplicaciones para levantamientos con drone son los mapas catastrales. Sin embargo, antes de realizar un levantamiento fotogramétrico primero realizaron un reconocimiento del lugar a fin de estimar tiempo de vuelo y condiciones

de viento matutinas. En general, este reconocimiento evidencia que el tiempo de este tipo de levantamiento se alarga. Si bien es cierto, no se puede dudar de que conocer las condiciones del campo donde se va a ejecutar un proyecto es indispensable, pero inevitablemente afecta el rendimiento y es una de las características que se deberían considerar en futuros levantamientos. Claro está que, según el tipo de proyecto, la prioridad del cliente en cuestión de tiempo para los resultados y sobre todo las condiciones del terreno, puede que el levantamiento fotogramétrico resulte la mejor opción técnico – económica.

Casaperalta (2021), explica que el proceso de levantamiento de información catastral a través de la fotogrametría en su estudio se dividió en dos procedimientos. Primero se levantó información gráfica a través de la digitalización de ortofotos del lugar donde se desarrollaría el proyecto para obtener así los vértices de los predios. Luego, el segundo procedimiento se dio a través del llenado de fichas catastrales cuyo objetivo era el de establecer el registro catastral de cada predio. Ambos procedimientos eran parte de un macro grupo del proceso general de levantamiento el cual es conocido como trabajo de campo. El siguiente macro grupo fue el denominado gabinete en donde se sistematizaban las fichas para generar una base de datos que luego se integraba con la información gráfica en un geoprocesamiento con ayuda del programa informático Arc GIS.

Por otro lado, Calderón (2019), explicó que la fotogrametría se entiende como un método indirecto en cuanto a levantamientos topográficos se refiere. Esto debido a que primero se realizó la generación de una ortofoto a partir de las fotos tomadas con el dron. Luego, se realiza el proceso llamado restitución donde se vectoriza la información que fue obtenida a través de la digitalización de la ortofoto. se complementa con la topografía convencional al establecer en campo puntos de control necesarios pues contienen información georreferenciada indispensable para el uso de tecnologías de vehículos no tripulados.

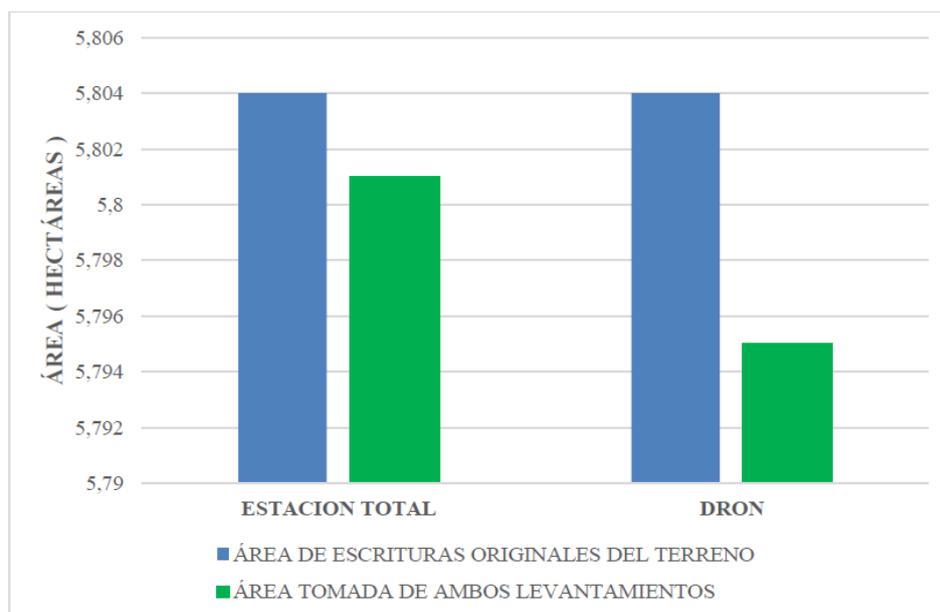
La tecnología también juega un papel importante en la difusión de la información con respecto a planeación territorial y la gestión de riesgos. Una forma viable de conectar con las generaciones actuales es a través de generación de información por la web. Según Gonzalez et al. (2019), las plataformas dedicadas exclusivamente al acceso a información pública y estadística representan buenas estrategias de difusión a la ciudadanía y favorecen la producción de un entorno de comunicación a través del cual la gestión del territorio se dinamiza. Dado que brindar

datos tales como indicadores de desarrollo y poblacionales ayuda la a generación de propuestas a problemáticas colectivas en donde intrínsecamente está incluido el territorio, es natural que la gestión del territorio esté respaldada por cifras de este tipo de plataformas.

La investigación referente a la aplicación de la fotogrametría en el modelado de edificios patrimoniales publicada por Investigación Científica, Tecnología e Innovación. ULVR (2022), mostró resultados que evidenciaron la eficacia de la fotogrametría en el levantamiento de la información de campo sobre predios. De hecho, enlista una serie de obras de Ingeniería en donde la fotogrametría resultó muy pertinente y entre ellas se encuentran relevamientos catastrales. Las ventajas que se hallaron fruto de los resultados de la investigación fueron la rentabilidad superior de la fotogrametría frente a los métodos tradicionales cuanto mayor fue el área de estudio y el registro multitemporal que permitió comparar las fotografías en distintos espacios de tiempo y con esto detectar, por ejemplo, cambios en el uso de suelo.

Para Aguirre y Señalín (2023), la falta de actualización de los catastros rurales ha constituido el génesis de los problemas entre los propietarios de predios vecinos, puesto que al no tener claridad con respecto a los límites de sus propiedades invadieron áreas que otros propietarios consideraban propias. Ante esto, plantearon una solución desde la visión de la topografía a través de su investigación. Realizaron levantamientos topográficos bajo dos métodos distintos y compararon sus propiedades. La interpretación de los resultados tuvo tres ejes fundamentales que eran costa, rendimiento y precisión, concluyendo posteriormente las ventajas y desventajas de ambos sistemas. Finalmente, calificaron de verdadera la hipótesis de investigación y el levantamiento topográfico resultó ser la mejor opción ajustable a una actualización de catastro al ser de índole meramente planimétrico.

Ilustración 5: Comparación de precisión del cálculo de área con estación total y dron.



Fuente: Aguirre y Señalín (2023)

Almagro (2019) estudió el patrimonio arquitectónico mediante la fotogrametría. Afirmó que, pese a que las nuevas tecnologías han enriquecido el conocimiento y proporcionado una amplia gama de representaciones gráficas, incluso las tridimensionales, la planimetría y sus productos como los planos de planta y planos de sección han seguido siendo irremplazables para sintetizar formal y espacialmente un edificio. Como resultados de su acercamiento a la fotogrametría como una técnica de captura de datos para realizar levantamientos topográficos citó experiencias obtenidas de trabajos realizados a urbes en España. El autor relató que, si bien el producto de la fotogrametría es un compendio de atributos y datos de medición espacial, de un levantamiento fotogramétrico se puede obtener planimetría y curvas de nivel, pero por el resto de los elementos proporcionados resulta ser una técnica bastante costosa.

En la provincia de Recuay en Perú, específicamente en el distrito de Ticapampa existió un problema muy similar al de la comuna Engabao con respecto a la actualización catastral. Morales (2021) elaboró una propuesta de solución desde la perspectiva de la fotogrametría a través del uso de dron para establecer mediciones planimétricas. Los resultados de esta investigación incluyeron varios productos de levantamientos realizados mediante la técnica mencionada y que fueron la base de la información para el inventario físico catastral cuya materialización fue a través de plano general de sectores, plano de manzanas y lotes urbanos, plano de predios urbanos con dimensiones y componentes catastrales de superficie, entre otros.

Guzmán et al. (2020) remarcaron como problemática que la ausencia de actualización catastral impedía la adecuada gestión de la recaudación de impuestos puesto que el inventario urbano de propiedades ha sido el que ha permitido sentar los parámetros objetivos para la asignación de costos. En este sentido propusieron una evaluación entre los resultados obtenidos bajo un levantamiento topográfico apoyado por equipo GNSS y estación total; y un levantamiento fotogramétrico. Los resultados sirvieron como base para el análisis comparativo entre el nivel de precisión obtenido y permitieron realizar un cuadro de ventajas y desventajas del uso de dron.

Ilustración 6: Ventajas y desventajas de uso de UAV (Dron) aplicadas a catastro.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Mayor área de estudio, con superficies más apegadas a la realidad.	La precisión no es conveniente respecto a un levantamiento topográfico
Menor tiempo de trabajo, eficientando traslados y recursos.	La vegetación o sombras influyen en la precisión
Menor personal de trabajo y menor riesgo	El vuelo no puede llevarse a cabo si el clima no es favorable
La actualización de catastro sería más optima	Personal capacitado en el área, y equipo especializado para el proceso de las imágenes.

Fuente: Guzmán et al. (2020).

González (2020) realizó un diagnóstico de los monumentos geodésicos de la red geodésica municipal de Mario Briceño Iragorry y recalcó la importancia que han tenido estas redes en los catastros urbanos para llevar el control de las mediciones de parcelas. Explicó que el datum con el que se trabajó para la zona del proyecto fue el SIRGAS-REGEVEN con elipsoide GRS 80. En sus resultados destacó en primer lugar el cumplimiento de normas referentes a la geografía y catastro, lo cual permitió observar que la materialización de los vértices geodésicos tiene una normativa legal que guía las acciones vinculadas con el catastro, es decir, la gestión de este último no es independiente de un marco legal que avale sus proyectos de actualización y mejoras.

Profundizando en el sistema NTRIP y en su aspecto más fundamental que ha sido siempre el electrónico Segura Bermeo (2019) evaluó mediante su trabajo de titulación la distribución de las correcciones en tiempo real GNSS que tenía el servidor Caster Principal y Experimental en Ecuador. Esto dejó como resultado la identificación de parámetros críticos en el funcionamiento y monitoreo del servidor que fueron el

tiempo de conexión, el ancho de banda y el número de usuarios y que al realizar la medición de estos en una ventana de tiempo se concluyó que para el sistema NTRIP su importancia radica fundamentalmente en el ahorro de tiempo que este proporciona dado que para el autor, el IGM consideró como requerimiento de tiempo 30 segundos para poder registrar los datos de puntos de ubicaciones.

Ferrari y Lowinger (2021) se enfocaron en el establecimiento documental de las distintas etapas a cumplir para realizar fraccionamientos de propiedad horizontal para posteriormente implantar el proyecto de un barrio marino, denominación que se le asignó a una urbanización cuya cercanía a un curso de agua navegable y con la disponibilidad para amarre de embarcaciones originaban su nombre. El proceso inició mediante un plano provisto por personal agrimensor registrado en el catastro y la metodología para el relevamiento planimétrico y altimétrico, estuvo soportada en la combinación entre el uso de dron para fotogrametría y el sistema NTRIP para generar mayor eficiencia y precisión.

Gómez & Quispe (2022) describieron la metodología paso por paso para el uso y tratamiento de datos GNSS de campo a través de NTRIP y lo compararon con levantamientos tradicionales de modo estático con postproceso. Los resultados de esta investigación concluyeron que dentro del análisis comparativo entre las dos metodologías para las dimensiones X y Y se encontraron en un rango de  $\pm 3$  mm a  $\pm 9$  mm y para la dimensión Z fue de  $\pm 16$  mm obteniendo además un plano topográfico del perímetro de la Comunidad de Chuquiaquillo II en escala 1: 12000 cuyo valor de área fue de 32 909 080. 43 m<sup>2</sup>.

## **2.2 Marco Legal**

La generación y/o actualización de los catastros está regulada por ley en el Ecuador y sobre todo dirigida a entes gubernamentales como los municipios y el propio estado central. En este aspecto, existe un marco legal referente a las actividades generadas en esta investigación sobre las cuales se respaldan jurídicamente con relación al propósito del estudio.

### **2.2.1 Constitución de la República del Ecuador**

El artículo 264 numeral 9 dice textualmente “Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: 9. Formar y administrar los catastros inmobiliarios urbanos y rurales” (Asamblea Constituyente, 2008).

Este artículo proporcionó el punto de partida de la investigación puesto que enlazó la responsabilidad de los cabildos para gestionar los catastros desde la perspectiva de la organización administrativa que regenta el poder local, es decir, de las distintas formas en las que las comunidades se organizan política y administrativamente aquella que establece control y gestión sobre el catastro ha venido siendo la administración municipal sobre los territorios en los que se ha prestablecido su alcance jurisdiccional. Contribuyó en el estudio porque definió el público objetivo con interés sobre los resultados como producto de la investigación.

Una vez definida la responsabilidad de la administración catastral como base jurídica la siguiente acción en la línea procesal es la funcionalidad y operacionalidad. Para ello el artículo 375 numeral 2 dice lo siguiente: “El Estado, en todos sus niveles de gobierno, garantizará el derecho al hábitat y a la vivienda digna, para lo cual: 2. Mantendrá un catastro nacional integrado georreferenciado, de hábitat y vivienda” (Asamblea Constituyente, 2008).

El aporte de este artículo para el presente estudio se enmarcó en la temporalidad del mismo ya que dentro del ejercicio de su poder el Estado se ha encontrado obligado permanente a gestionar el catastro. Esto justificó el tiempo de implementación de este y futuros estudios en la temática.

Sin embargo, ha sido necesaria una base técnica para realizar estudios sobre todo aquellos de campo y que utilizan como herramientas las TIC. En ese aspecto, la disposición transitoria decimoséptima dice que:

El Estado central, dentro del plazo de dos años desde la entrada en vigencia de esta Constitución, financiará y, en coordinación con los gobiernos autónomos descentralizados, elaborará la cartografía geodésica del territorio nacional para el diseño de los catastros urbanos y rurales de la propiedad inmueble y de los procesos de planificación territorial, en todos los niveles establecidos en esta Constitución. (Asamblea Constituyente, 2008)

Este artículo garantizó el ejercicio de la investigación en su etapa de recolección de datos ya que, al tener conocimiento del respaldo jurídico de la base técnica para los equipos y herramientas, se pudo completar exitosamente el desarrollo de las actividades en campo. Cabe recalcar que si bien es cierto en algunos casos el marco legal puede afectar el ejercicio operativo de ciertas actividades, no fue

el caso para esta investigación, pero el artículo brindó el respaldo para fortalecer la toma de decisiones frente a las necesidades surgidas dentro en la etapa de campo.

Complementando el registro catastral y su información de orden público, están artículos que garantizan la accesibilidad a la misma dado que a día de hoy las TIC forman parte importante en el aparato catastral y que se encuentran en las webs institucionales de los entes gubernamentales. A saber, los artículos son tales como el artículo 16 en su numeral 2 que dijo: “Todas las personas, en forma individual o colectiva, tienen derecho a: 2. El acceso universal a las tecnologías de información y comunicación” (Asamblea Constituyente, 2008).

Otro artículo que fue expresado en el mismo sentido del anterior fue el 17 en su numeral 2 que dijo:

El Estado fomentará la pluralidad y la diversidad en la comunicación, y al efecto: 2. Facilitará la creación y el fortalecimiento de medios de comunicación públicos, privados y comunitarios, así como el acceso universal a las tecnologías de información y comunicación en especial para las personas y colectividades que carezcan de dicho acceso o lo tengan de forma limitada. (Asamblea Constituyente, 2008)

### ***2.2.2 Código Orgánico de Organización Territorial y Administración Descentralizada***

En lo referente a los códigos orgánicos está el COOTAD que en cuanto a catastro tiene algunos artículos a considerar. El primero de ellos fue el artículo 55 que expresó lo mismo que el artículo 264 de la Constitución, pero desde la perspectiva de ley al decir: “Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal. - Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: i) Elaborar y administrar los catastros inmobiliarios urbanos y rurales” (Asamblea Constituyente, 2008).

De la igual manera que con el apartado de la Constitución, una vez preestablecidas las responsabilidades en el marco legal se procedió a seguir la línea procesal en las leyes referentes a la operatividad. Desde ese punto de vista el artículo 139 en su párrafo primero dijo:

Ejercicio de la competencia de formar y administrar catastros inmobiliarios. - La formación y administración de los catastros inmobiliarios urbanos y rurales corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, los que con la finalidad de unificar la metodología de manejo y acceso a la información deberán seguir los lineamientos y parámetros metodológicos que establezca la ley. Es obligación de dichos gobiernos actualizar cada dos años los catastros y la valoración de la propiedad urbana y rural. Sin perjuicio de realizar la actualización cuando solicite el propietario, a su costa. (Comisión Legislativa y de Fiscalización, 2010)

Con esto se estableció la periodicidad con la que los catastros deben ser actualizados y a su vez se reforzó el artículo 375 de la Constitución yendo más allá de la pertinencia en la temporalidad del estudio y se entró en el plano ya confirmado de hecho de la actualización en el tiempo futuro, es decir, ya no solo se garantizó, sino que se estableció un mecanismo de acción sobre una base sólida.

Los artículos referentes a la información recolectada y gestionada por las TIC que fueron mencionados en el apartado de Constitución encontraron su refuerzo en esta ley a través del artículo 526 que estableció en su párrafo primero la responsabilidad sobre los datos catastrales al decir:

Responsabilidad de información catastral. Los notarios, registradores de la propiedad, las entidades del sistema financiero y cualquier otra entidad pública o privada que posea información pública sobre inmuebles enviarán a la entidad responsable de la administración de datos públicos y a las oficinas encargadas de la formación de los catastros, dentro de los diez primeros días de cada mes, el registro completo de las transferencias totales o parciales de los predios urbanos y rurales, de las particiones entre condóminos, de las adjudicaciones por remate y otras causas, así como de las hipotecas que hubieren autorizado o registrado, distinguiendo en todo caso el valor del terreno y de la edificación. Todo ello, de

acuerdo con los requisitos, condiciones, medios, formatos y especificaciones fijados por el ministerio rector de la política de desarrollo urbano y vivienda. Esta información se la remitirá a través de medios electrónicos. (Comisión Legislativa y de Fiscalización, 2010)

### **2.2.3 Superintendencia de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo**

Una de las partes más importantes de este cuerpo legal y que guardó relación estrecha con esta investigación fue la disposición transitoria novena que entre otras cosas en su párrafo primero realizó mención al levantamiento de información catastral al declarar:

Para contribuir en la actualización del Catastro Nacional Integrado Georreferenciado, los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales y los metropolitanos, realizarán un primer levantamiento de información catastral, para lo cual contarán con un plazo de hasta dos años, contados a partir de la expedición de normativa del ente rector de hábitat y vivienda, señalada en la Disposición Transitoria Tercera de la presente Ley. Vencido dicho plazo, los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales y metropolitanos que no hubieren cumplido con lo señalado anteriormente, serán sancionados de conformidad con lo dispuesto en el numeral 7 del artículo 107 de esta Ley. (Asamblea Nacional, 2016)

Evidentemente esta disposición guardó relación con el estudio por cuanto este tipo de normativas no eximen a los cabildos u organizaciones políticas de administración territorial a realizar los levantamientos de información a través de la figura de contratación de servicios. Por lo tanto, se comprobó una vez más la potencialidad de los resultados de la investigación como un posible producto cuyos principales interesados son las comunidades mediante sus ya mencionadas organizaciones representativas.

#### **2.2.4 Ley de Cartografía Nacional**

Volviendo al tema de respaldo jurídico, dentro de este cuerpo legal se suscribió al Instituto Geográfico Militar como el ente responsable de la cartografía nacional y de todo el aparataje necesario para realizar levantamientos al decir:

El Instituto Geográfico Militar (IGM) entidad de derecho público y personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio, orgánica y disciplinariamente subordinado a la Comandancia General del Ejército con sede en la ciudad de Quito, tendrá a su cargo y responsabilidad la planificación, organización, dirección, coordinación, ejecución, aprobación y control de las actividades encaminadas a la elaboración de la Cartografía Nacional y del Archivo de Datos Geográficos y Cartográficos del País. (Asamblea Nacional, 2009)

Esto proporcionó las pautas técnico – jurídicas para establecer enlaces en la realización de la investigación puesto que el artículo definió la entidad capaz de resolver pormenores suscitados dentro de la realización de las actividades de campo. En otras palabras, proporcionó un ente de consulta dadas su capacidad de acción y alcance jurídico dentro del espacio territorial del Ecuador.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLOGICO**

#### **3.1 Enfoque de la investigación**

En este proyecto el enfoque de investigación es el cuantitativo, pues el levantamiento de información a través de la topografía en cuanto a medidas y la comparación de los resultados obtenidos se reflejarán a través de cálculos y cuadros estadísticos para su respectivo análisis y comparaciones.

En primer lugar, se requeriría recopilar datos relevantes sobre ambos sistemas. Esto implica obtener información detallada sobre cómo funciona cada uno, sus principios de operación, precisión, alcance y limitaciones. Se pueden consultar fuentes como documentos técnicos, investigaciones previas, artículos científicos y especificaciones técnicas proporcionadas por los fabricantes. Además, sería útil recopilar datos de casos de estudio o proyectos en los que se haya utilizado cada sistema para realizar mediciones o crear modelos tridimensionales.

Una vez que se haya obtenido la información necesaria, se podría diseñar un conjunto de experimentos comparativos para evaluar y comparar el rendimiento de ambos sistemas en diferentes escenarios. Por ejemplo, se podrían realizar mediciones de puntos de control utilizando ambos métodos en un área específica y luego comparar los resultados obtenidos. También se podrían realizar vuelos de drones para capturar imágenes aéreas y utilizar tanto la fotogrametría como el sistema Ntrip para generar modelos tridimensionales, y posteriormente analizar y comparar la calidad y precisión de los resultados.

Una vez completados los levantamientos, se deben analizar los resultados obtenidos y extraer conclusiones significativas. Se podrían evaluar aspectos como la precisión, la eficiencia, la facilidad de uso, la cobertura geográfica y la aplicabilidad en diferentes entornos o industrias. Además, es importante considerar factores como el costo y los recursos necesarios para implementar y operar cada sistema. El análisis comparativo debe ser objetivo y basado en métricas cuantificables y cualitativas. Los resultados podrían ser presentados en forma de tablas comparativas, gráficos y conclusiones claras que resalten las fortalezas y debilidades de cada sistema. En resumen, un enfoque de investigación para realizar un análisis comparativo entre los sistemas Ntrip y la fotogrametría implicaría recopilar datos relevantes, diseñar experimentos comparativos y analizar los resultados obtenidos para llegar a

conclusiones sólidas sobre el rendimiento y la aplicabilidad de cada sistema en diferentes contextos.

### 3.2 Alcance de la investigación: (Exploratorio, descriptivo o correlacional)

El alcance fue correlacional por cuanto la comparación de los resultados obtenidos permitirá conocer si los métodos a utilizados guardan relaciones o diferencias entre precisiones, costos y tiempos para trabajos. Básicamente, se analizaron los límites de la relación entre dos sistemas para levantamiento topográfico. El resultado que se esperó de esto fue una medida de cuan generalizable es esta relación para la población escogida.

### 3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos

#### 3.4.1 Operacionalización de las variables.

Este trabajo de investigación ha tenido sus fuentes de datos en campo específicamente en la comuna Engabao de General Villamil Playas. Con respecto a la localización cabe recalcar que se trató de la misma fuente, es decir, la comuna Engabao, pero a la vez fue la localización porque la información la constituyeron coordenadas de posicionamiento y fotografías aéreas que fueron obtenidas con visita de campo a la comuna. Los métodos de obtención fueron procesos de levantamientos topográficos apoyados en la tecnología NTRIP y Fotogrametría. Para concluir, el análisis de los datos se realizó organizando e interpretando los datos almacenados en los instrumentos al término del levantamiento en post proceso.

Tabla 2: Operacionalización de variables – variable dependiente.

Variable dependiente	Definición	Dimensiones	Indicadores
Catastro de la comuna Engabao	El catastro es el inventario público físico, jurídico y económico de los inmuebles de una determinada ciudad o cantón.	Ordenamiento territorial	Uso de suelo
		Topografía	Dimensiones de predios

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 3: Operacionalización de variables – variable independiente.

Variable independiente	Definición	Dimensiones	Indicadores
Análisis comparativo entre los sistemas NTRIP y Fotogrametría	Un análisis comparativo es una estrategia usada para establecer relaciones entre dos o más sistemas para de estar forma obtener una validación en la exposición de las semejanzas o diferencias.	Instrumentación topográfica	Márgen de error

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

La técnica usada para este proyecto fue el experimento correlacional que se basó en la realización del levantamiento topográfico con dos sistemas diferentes para analizar sus resultados. En el primero de los métodos se utilizó un Drone Mavic Pro para la toma de fotografías desde el aire, a través un vuelo autónomo predefinido por el usuario con la aplicación Pix4D Capture, con puntos de control en tierra obtenidos por un RTK en modo estático. El otro instrumento para el levantamiento de información topográfica se utilizó un GNSS enlazado al protocolo Ntrip del Instituto Geográfico Militar (IGM) con correcciones a través de internet y la aplicación Survey Master.

La medición directa se basa en tener una lectura en relación a escala real y precisa mediante algún instrumento que este caso se utilizó la cinta métrica para poder levantar ciertas construcciones y tener una medida física que pueda dar fe de la exactitud de la muestra y que también fueron levantadas por ambos sistemas, para así luego al procesarlo en oficina se pueda tener una certeza de los mismos.

### 3.4 Población y muestra

La población consistió en el conjunto completo de predios existentes en la comuna Engabao, mientras tanto la muestra se basó en la selección de ciertos predios que han existido dentro del espacio territorial que abarca la comuna. La idea fue generalizar los resultados para todos los predios de la comuna.

### 3.4.2 Determinación de área de estudio

Ilustración 7: Área de estudio.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Los levantamientos topográficos se realizaron al ingreso de la comuna Engabao comprendidos en un área de 6.5 hectáreas que corresponden a 2 cuadras establecidas por viviendas y cerramientos que serán levantados por los métodos antes mencionados, además de emplear un muestreo no probabilístico a través de la medición de varios lotes con cinta métrica para correlacionar con los resultados obtenidos.

### 3.4.3 Equipos a Utilizar

#### 3.4.3.1 Drone Mavic Pro

1. Dimensiones:
  - Plegado: 83 mm x 83 mm x 198 mm
  - Desplegado: 335 mm x 335 mm x 198 mm
2. Peso: 734 gramos (sin protector de hélice)
3. Velocidad máxima: 65 kilómetros por hora (modo deportivo)
4. Tiempo máximo de vuelo: Aproximadamente 27 minutos (dependiendo de las condiciones y la carga de la batería)
5. Alcance máximo de control: Hasta 7 kilómetros (sin obstrucciones ni interferencias)
6. Cámara:
  - Sensor: CMOS de 1/2.3 pulgadas
  - Resolución de foto: 12 megapíxeles

- Resolución de video: 4K a 30 cuadros por segundo
  - Estabilización: Estabilizador de 3 ejes (gimbal)
7. Capacidad de almacenamiento interno: No tiene almacenamiento interno, pero es compatible con tarjetas microSD de hasta 128 GB.
8. Modos de vuelo inteligentes:
- ActiveTrack: Sigue automáticamente a un sujeto en movimiento.
  - TapFly: Vuela hacia una ubicación seleccionada en la pantalla táctil.
  - Modo de vuelta a casa automático: El dron regresa automáticamente al punto de despegue.
  - Modo de vuelo estacionario: Mantiene la posición y altitud automáticamente.
9. Sensores:
- Sensores de visión frontal y hacia abajo para evitar obstáculos.
  - Sistema de posicionamiento por satélite GPS/GLONASS para una navegación precisa.
10. Control remoto:
- Frecuencia de operación: 2.4 GHz a 2.483 GHz
  - Alcance máximo: Hasta 7 kilómetros (sin obstrucciones ni interferencias)
  - Batería integrada: 2970 mAh

#### **3.4.3.1 GnsS Polaris S100**

El receptor GNSS S100 es un dispositivo utilizado para la recepción y procesamiento de señales de sistemas de navegación por satélite, como GPS (Sistema de Posicionamiento Global), GLONASS, Galileo, BeiDou y otros. Aunque las especificaciones exactas pueden variar según el fabricante y el modelo específico del receptor GNSS S100, aquí hay algunas características y especificaciones comunes que se encuentran en este tipo de dispositivos:

1. Número de canales: El receptor GNSS S100 puede tener múltiples canales para recibir señales de satélite. Puede variar desde 72 canales hasta más de 200 canales, lo que permite recibir señales de múltiples sistemas de navegación por satélite simultáneamente.
2. Precisión de posición: La precisión de la posición puede ser de centímetros, decímetros o metros, dependiendo de la calidad del receptor GNSS y las técnicas de corrección aplicadas. Algunos receptores GNSS S100 pueden ser compatibles con correcciones diferenciales en tiempo real para lograr una mayor precisión.

3. Conexiones y comunicaciones: El receptor GNSS S100 generalmente cuenta con interfaces de comunicación como USB, Bluetooth, Wi-Fi, RS232, entre otros, para la conexión y transferencia de datos a otros dispositivos o sistemas de registro.
4. Alimentación y duración de la batería: El receptor GNSS S100 puede funcionar con baterías internas recargables o mediante alimentación externa. La duración de la batería puede variar según el fabricante y las condiciones de uso, pero generalmente puede ofrecer varias horas de operación continua.
5. Resistencia y clasificación de protección: Algunos receptores GNSS S100 pueden tener una clasificación de protección contra el polvo y el agua, como la clasificación IP67, lo que los hace adecuados para su uso en condiciones ambientales adversas.
6. Funciones y características adicionales: Los receptores GNSS S100 pueden incluir funciones adicionales como el registro de datos brutos, la capacidad de trabajar en modo RTK (Real-Time Kinematic), la compatibilidad con sistemas de corrección de precisión, la capacidad de registrar datos de observación GNSS y muchas otras características dependiendo del modelo específico.

### 3.4.3 Planificación de Vuelo

Ilustración 8: Esquematzación del área de sobre vuelo.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

A través de la aplicación Pix4D Capture en su versión prueba gratuita y con el enlace del drone Mavic pro, se delimito el área del sobrevuelo a una altura de 100 m donde se estableció un tiempo estimado de vuelo de 11 minutos donde del drone

realizó la secuencia de imágenes para el posterior postproceso en oficina de las imágenes.

### 3.4.3 Colocación de Puntos de Control

Ilustración 9: Establecimiento en campo de puntos de control.

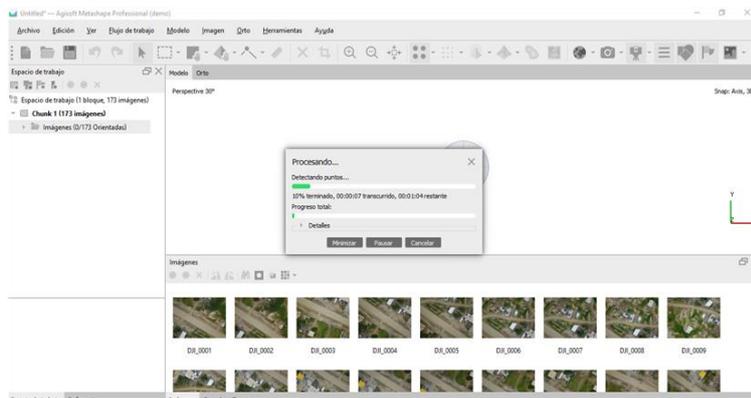


Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

En este levantamiento fotogramétrico que se realizó con el Drone Mavic Pro se colocó una alfombra de color rojo y amarillo y en el centro una varilla la misma que será el punto de control de georreferenciación, al momento que el dron capture las fotografías pueda identificarla, cabe recalcar que este proceso es objetivo no obstante es necesario, ya que te ayuda con una mejor calidad de ubicación y georreferenciación al momento de procesar las decenas de imágenes que se capturan en el plan de vuelo ejecutado.

### 3.4.4 Procesamiento de fotogrametría en el programa Agisoft Metashape

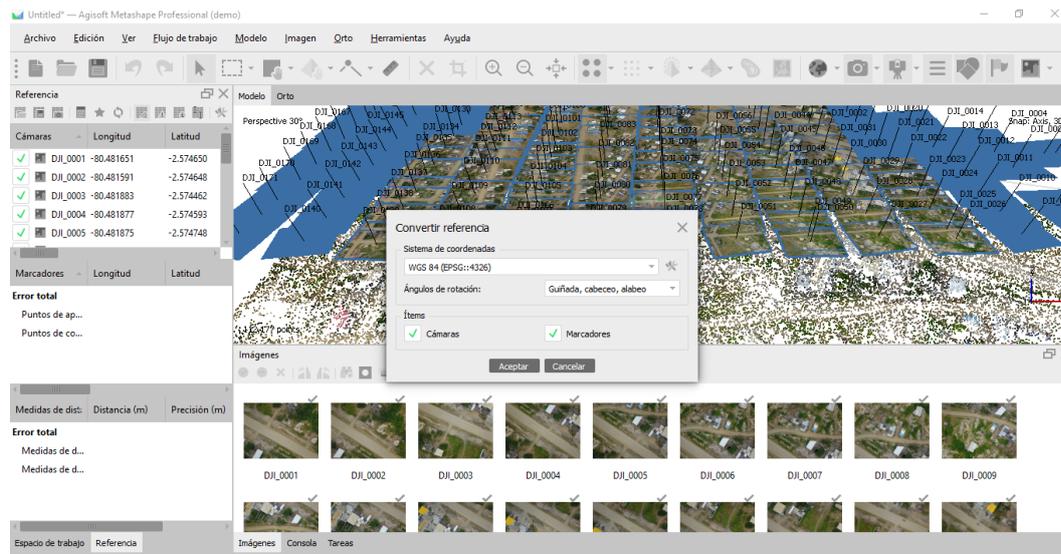
Ilustración 10: Procedimiento en software No. 1.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Una vez realizado el trabajo en campo de la toma de fotos con nuestro dron Mavic Pro, se ingresaron la correspondiente secuencia de imágenes al programa Agisoft Metashape, donde se procedió con la orientación de las fotos, en las que el programa de manera automática, la misma que no es otra cosa que la alineación de las fotografías para determinar la ubicación a la hora de tomarse cada fotografía.

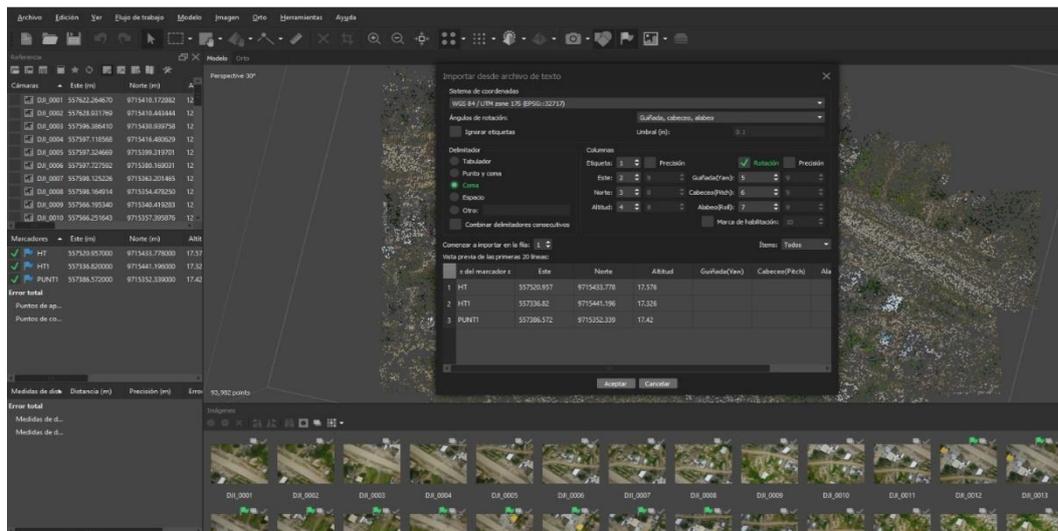
Ilustración 11: Procedimiento en software No. 2.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Obtenida la nube de puntos de paso, se muestra geoespacial la ubicación de cada fotografía luego del proceso automático, posterior a eso se georreferenció en el sistema de Universal Transverse Mercator (UTM), Zona 17 Sur que es la zona que se encuentra el área de estudio.

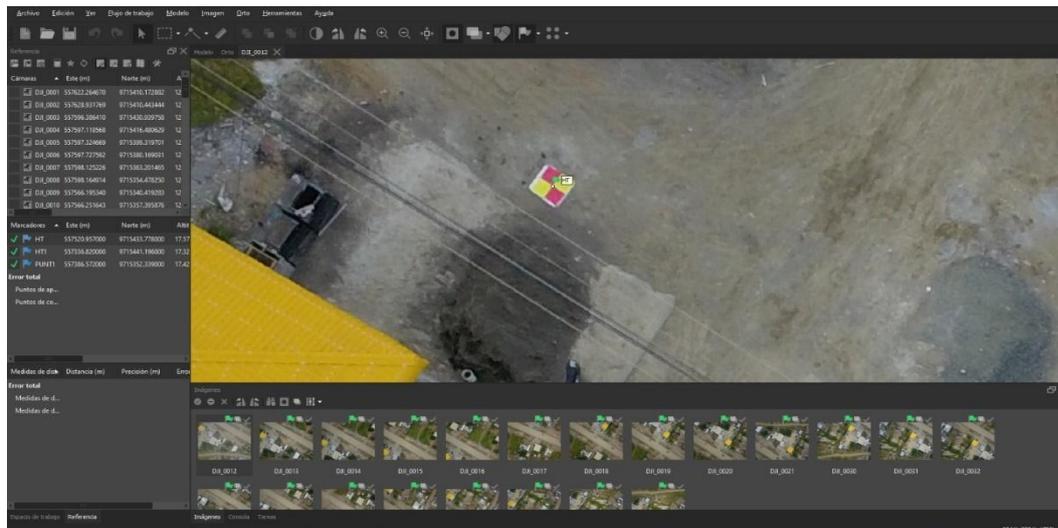
Ilustración 12: Procedimientos en software No. 3.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Se ingresó las coordenadas geográficas obtenidas por el RTK de modo estático de los puntos de referencias previo al vuelo fotogramétrico, los mismos que servirán para guías a la hora de procesar las fotos obtenidas.

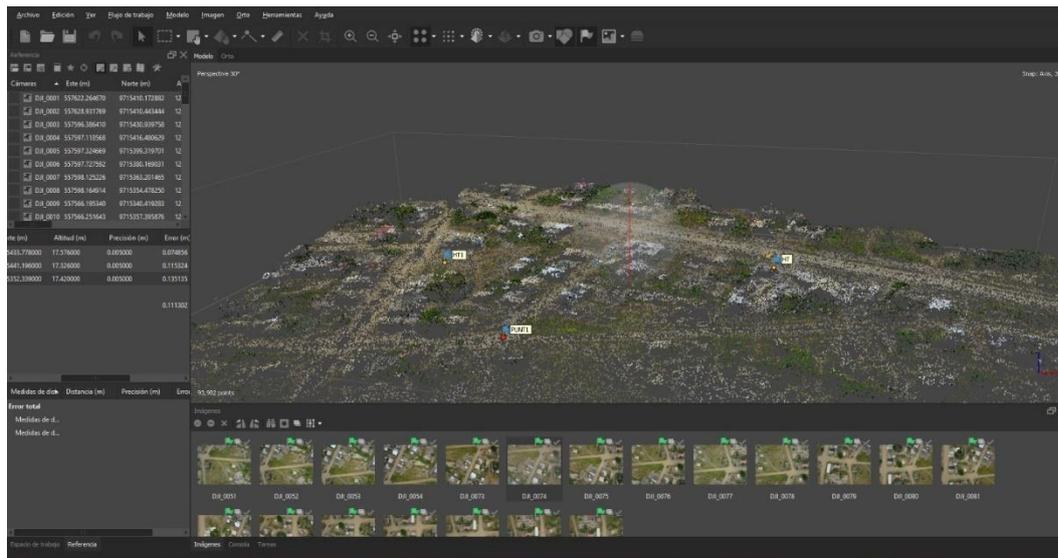
Ilustración 13: Procedimiento en software No. 4.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Se clasificaron los puntos de referencia con marcadores los marcadores son puntos de referencia utilizados para mejorar la precisión y la alineación en el proceso de fotogrametría. Los marcadores son puntos que se agregan manualmente en las imágenes para ayudar al software a establecer correspondencias precisas entre las fotos y de manera manual punto por punto se fue procedió a hacer coincidir los marcadores con el centro del objeto de referencia el cual fue la lona de colores.

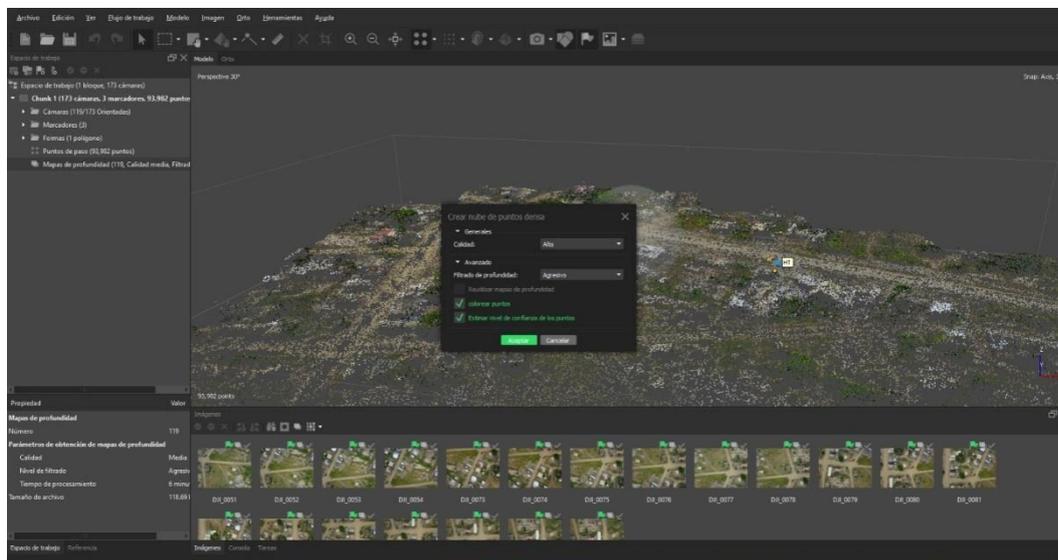
Ilustración 14: Procedimiento en software No. 5.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Realizado el proceso de hacer coincidir manualmente los marcadores y se procedió a procesar marcador por marcador, el cual se constató que coinciden dentro del área de estudio, se procedió a realizar la actualización para que coincidan las fotos con las fotos.

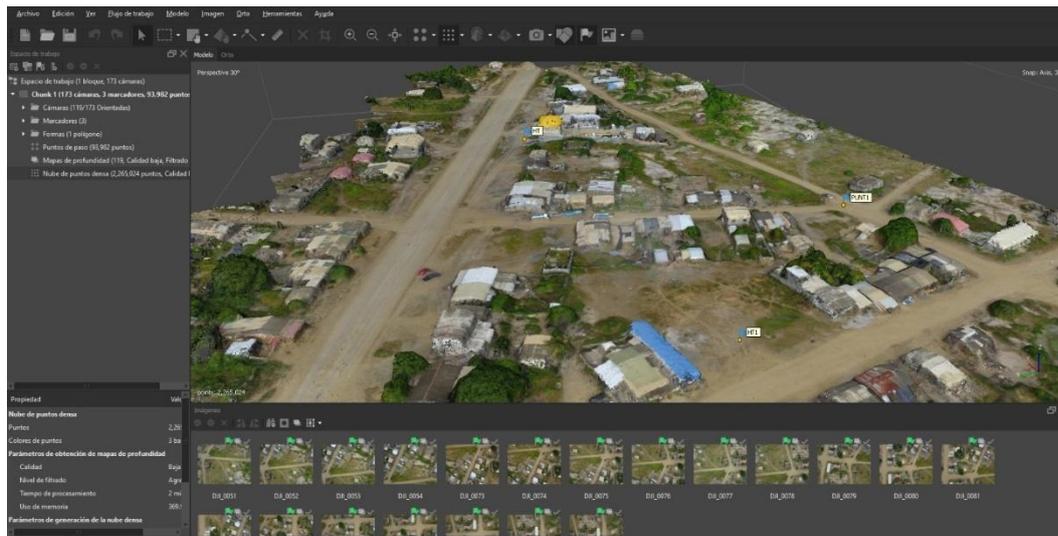
Ilustración 15: Error obtenido.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Desde el mapa de puntos de pasa se procedió a realizar la nube de puntos densa desde el panel flujo de trabajo, bajo los parámetros: Calidad Alta, Filtrado de Profundidad Agresivo.

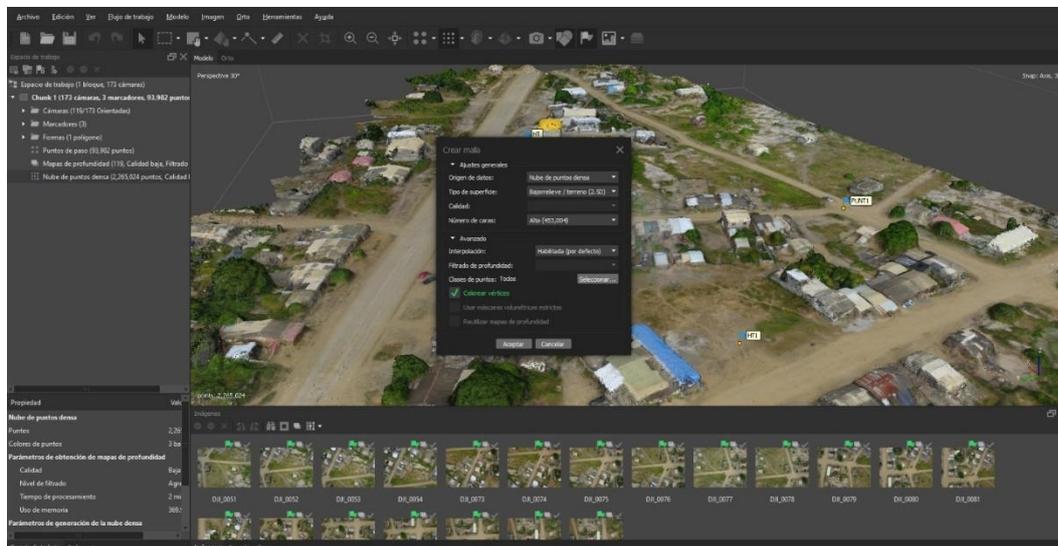
Ilustración 16: Procedimiento en software No. 6.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Obtenida la nube de puntos densa visualmente se constató que los Marcadores coinciden con las referencias colocadas en el terreno, el uso de marcadores puede requerir cierta experiencia y práctica, ya que se deben seleccionar puntos de referencia adecuados y establecer una cantidad suficiente de ellos para obtener resultados precisos.

Ilustración 17: Procedimiento en software No. 7.

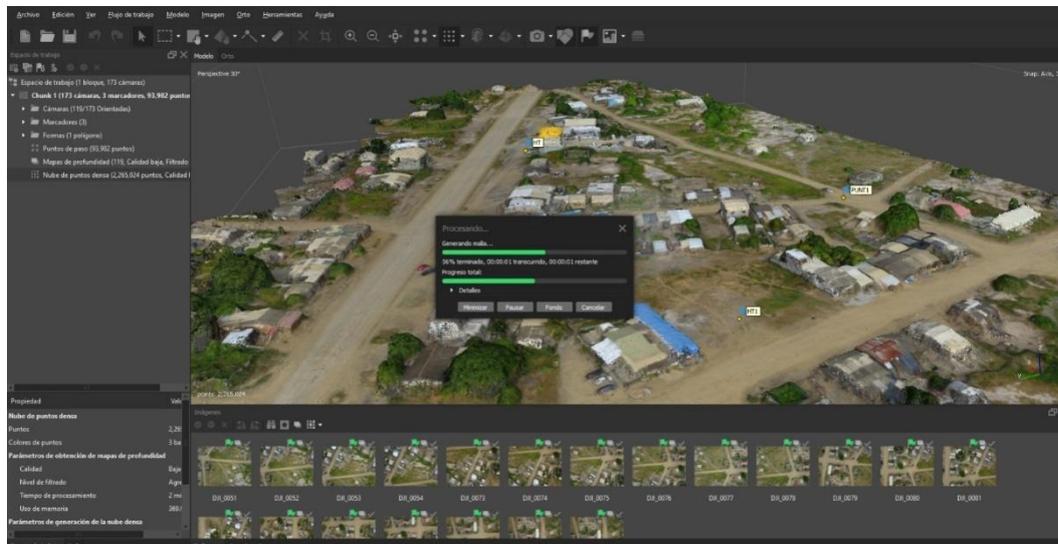


Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Después de haber alineado correctamente las imágenes en tu proyecto de Agisoft Metashape, desde el flujo de trabajo se eligió la opción "Construir malla", donde se encuentra varias configuraciones y parámetros que puedes ajustar según tus necesidades y la calidad deseada de la malla resultante, para el objeto de estudio

se utilizó como origen de datos la nube de puntos, Tipo de Superficie Arbitrario 3d y demás parámetros por defecto, genere la malla tridimensional.

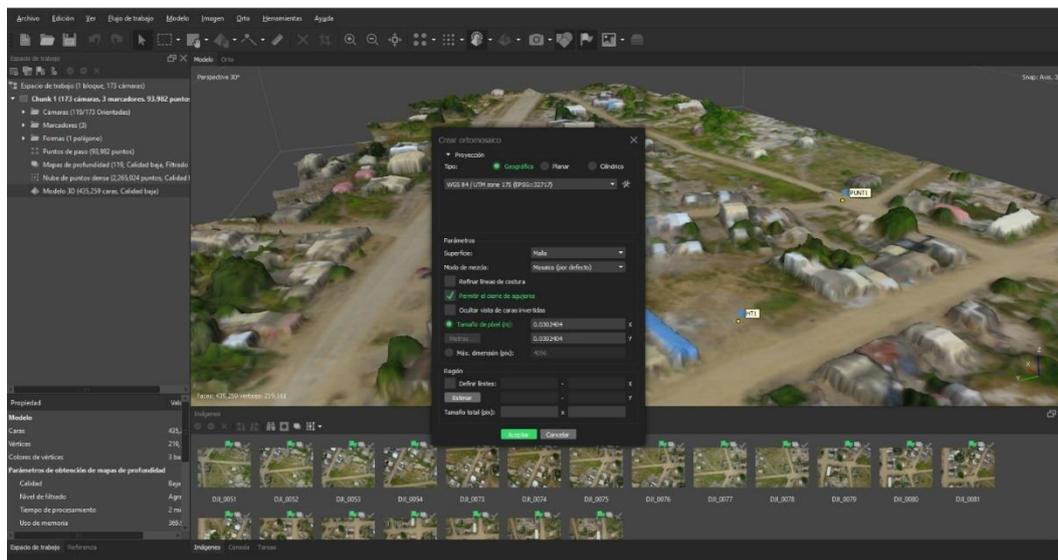
Ilustración 18: Procedimiento en software No. 8.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Proceso de generación de malla, la calidad de la malla generada puede depender de la calidad de las imágenes de entrada, la alineación precisa y los ajustes adecuados de los parámetros.

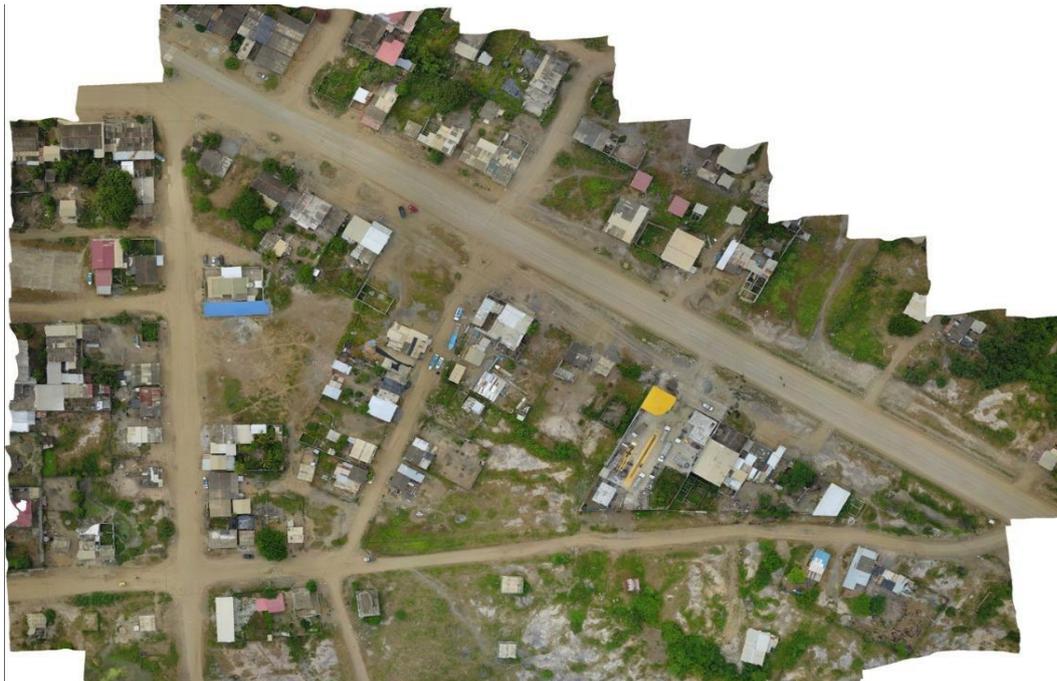
Ilustración 19: Procedimiento en software No. 9.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Desde el pan de flujo de trabajo se procedió a generar el ortomosaico, que es una imagen 2D creada mediante la combinación de varias imágenes aéreas o terrestres que se han rectificado y ajustado para eliminar las distorsiones desde la perspectiva del terreno y la topografía.

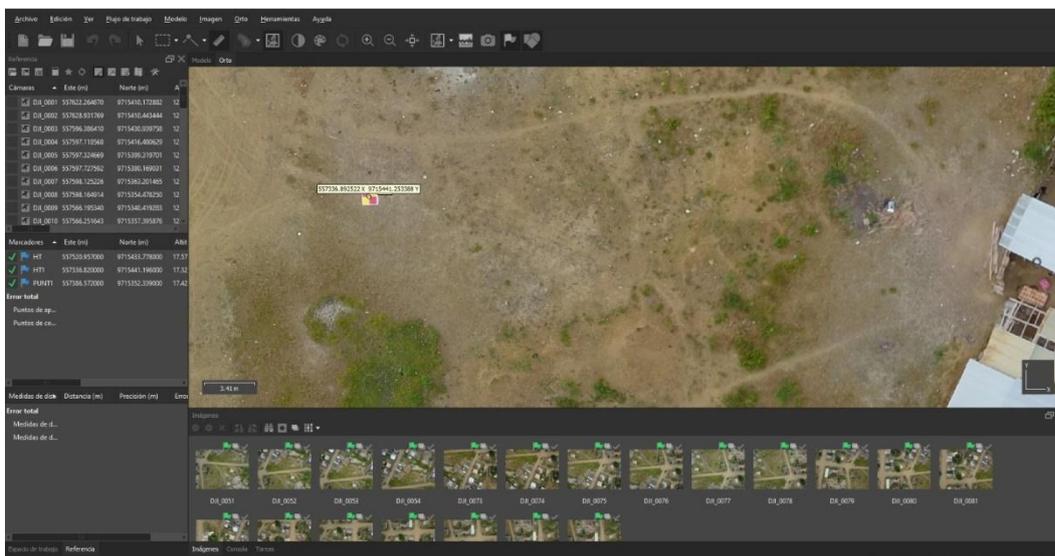
Ilustración 20: Ortmosaico.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Imagen obtenida (Ortomosaico) de la zona de estudio, la misma que es una imagen rectificadas y georreferenciada que combina múltiples imágenes para proporcionar una vista precisa y plana de un área determinada.

Ilustración 21: Procedimiento en software No. 10.

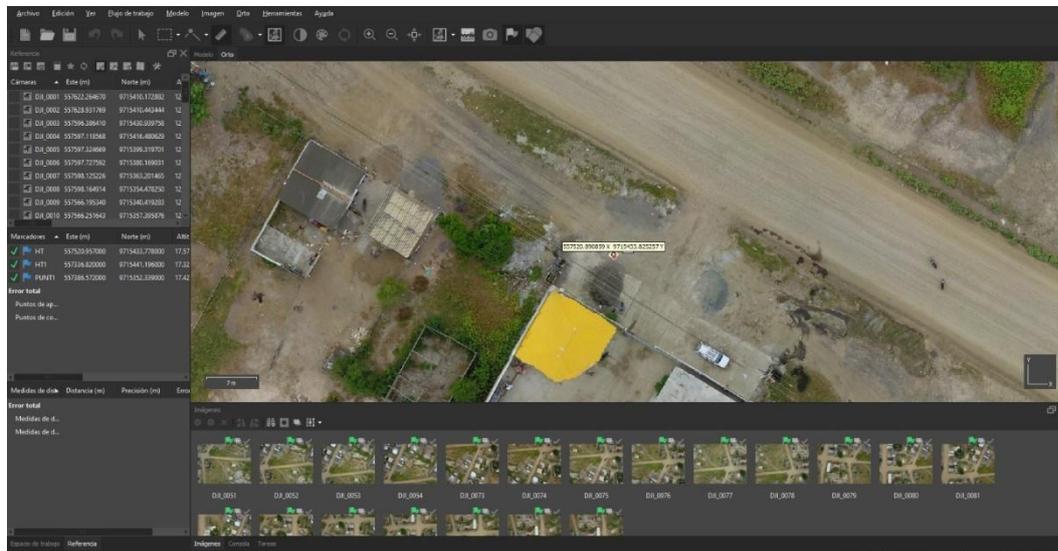


Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Para constatar que el programa georreferenció bien la zona de estudio se procedió a verificar las coordenadas de uno de los puntos de control colocados arbitrariamente, donde se pudo observar que existe variaciones aproximadas al error

que el programa Agisoft estableció en su postproceso, los mismos que serán presentados en los resultados finales.

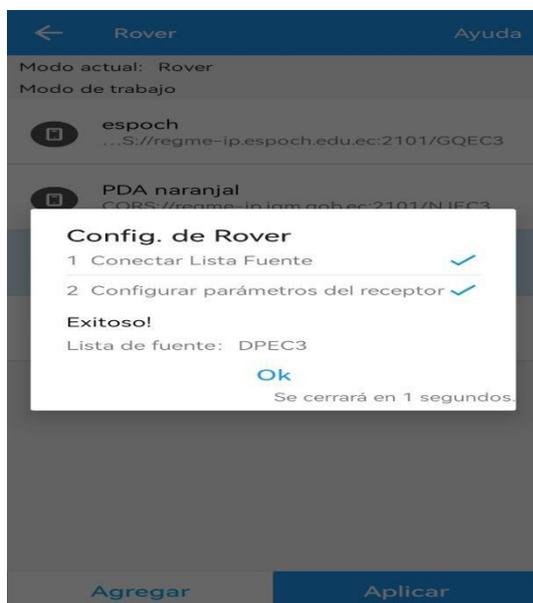
Ilustración 22: Procedimiento en software No. 11.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

### 3.4.5 Levantamiento Topografico Gnsn Ntrip

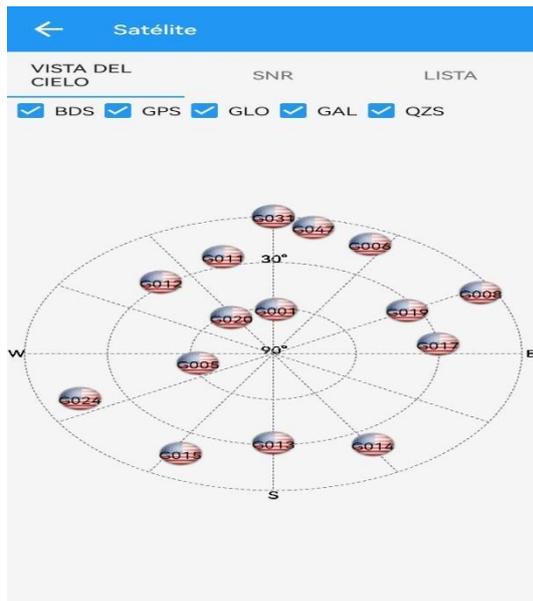
Ilustración 23: Interfaz de usuario No. 1.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Se procede a encender el equipo GNSS, verificar que se encuentre dentro de sus parámetros (esto va a variar depende del receptor que con el que se realice el levantamiento) y enlazar mediante Bluetooth al teléfono móvil, verificando que se tenga una red de estaciones referenciales de NTRIP en este caso el punto más cercano se encuentra situado en Data - Posorja, adicional una conexión estable a internet

Ilustración 24: Interfaz de usuario No. 2.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Una vez enlazado con Antena del IGM de la Parroquia Posorja que es el que se encuentra con el rango más cercano a la comuna Engabao con aproximadamente 25km, el mismo que ayudara a tener más precisión al momento de levantar los detalles existentes en sitio

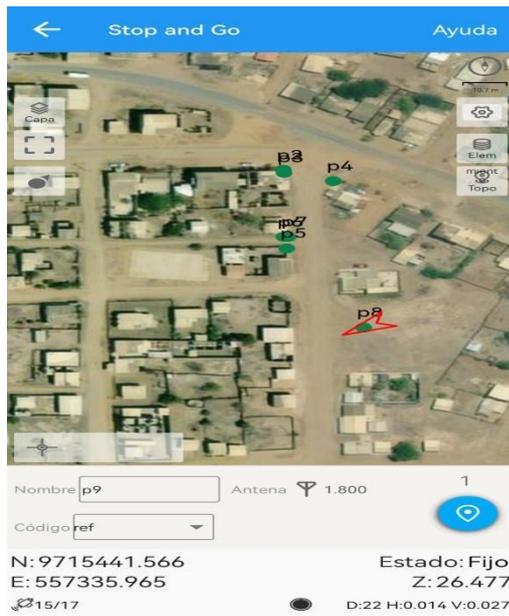
Ilustración 25: Interfaz de usuario No. 3.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

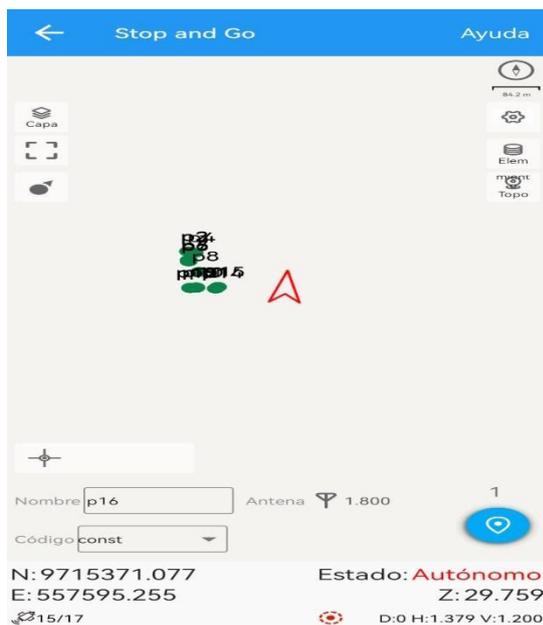
Una vez que se encuentre el equipo enlazado con la antena del IGM y la conexión establecida se deberá verificar que se encuentre habilitado el sistema Ntrip para poder crear el trabajo el mismo que llevara nombre Engabao, cabe recalcar que al momento de enlazarse se conectar automáticamente al móvil y se podrá seguir con el levantamiento, no obstante en ocasiones por tema de la red de internet o por la variación del clima, el receptor GNSS suele tener un margen de correcciones diferenciales en tiempo real es decir la señal no es continua.

Ilustración 26: Interfaz de usuario No. 4.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

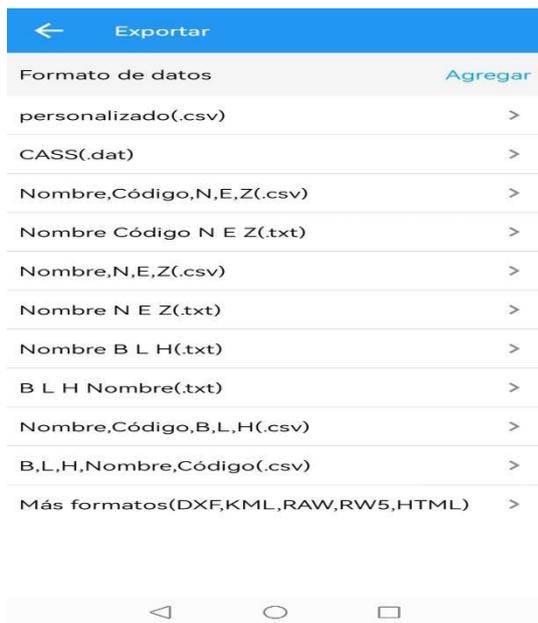
Ilustración 27: Interfaz de usuario No. 5.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Al momento de realizar la toma de puntos o recepción de correcciones por el receptor GNSS: El sistema NTRIP transfiere las correcciones recibidas, en algunas ocasiones la señal tanto de internet o del satélite vario y el GNSS no permite que se recpte la información, en este caso se deberá esperar a que mejore las señales para poder tener un mejor proceso de oficina.

Ilustración 28: Interfaz de usuario No. 5.

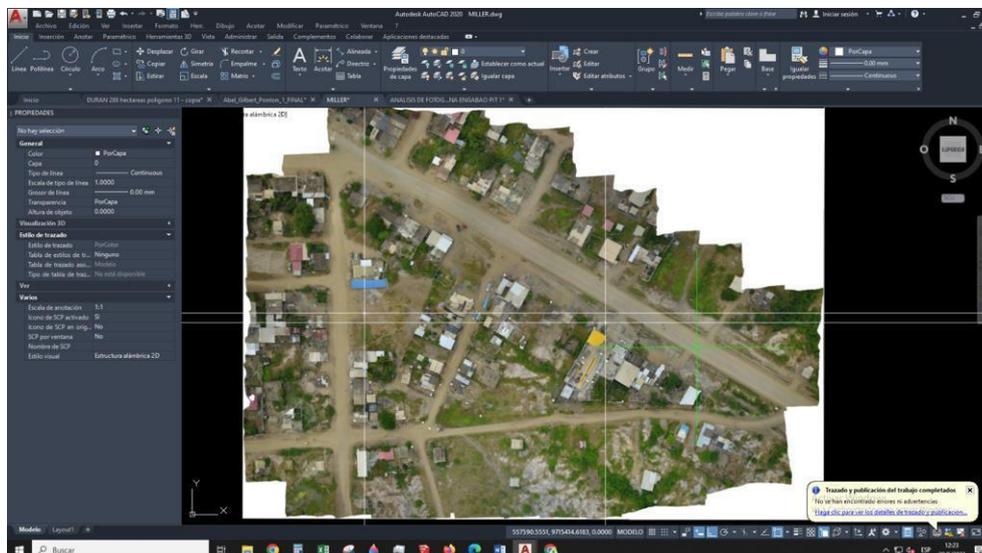


Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Al momento que se considere que se ha receptado la información necesaria y se halla tomado los detalles convenientes se guardara el trabajo y se complementara exportando los puntos al formato que te brinda la aplicación **Suvery Master**.

### 3.4.6 Proceso de oficina para parcelación y detalles de predios existentes

Ilustración 29: Procedimiento en software No. 12.

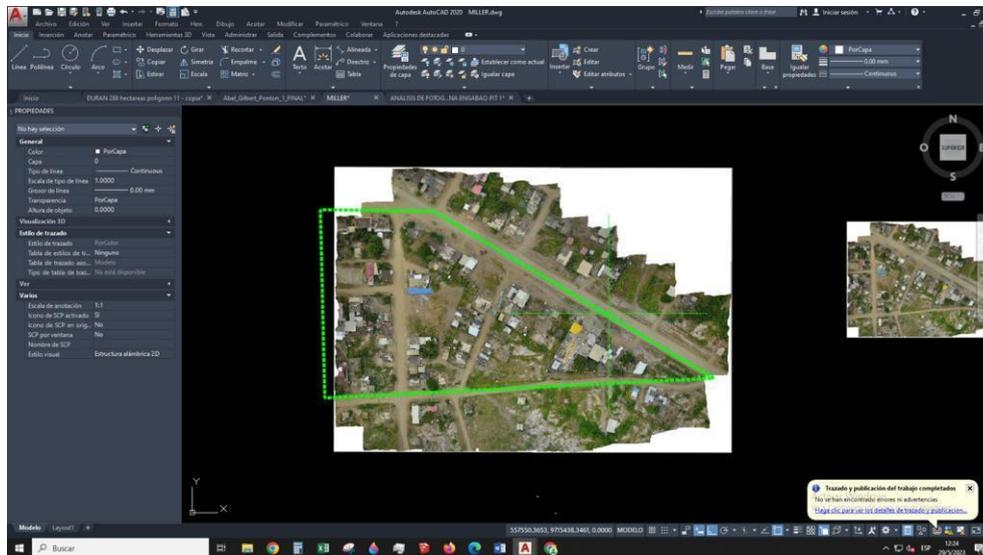


Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Una vez establecida la imagen se la coloca en el programa AutoCAD para poder darle la escala correcta y con la ayuda de los puntos tomados en sitio poder tener la apreciación de las construcciones de hormigón, construcciones de caña, cajas de AASS, cajas de AALL, postes, vías, calles vehiculares, peatonales entre otra referencia que nos brinda la imagen.

Para este proceso es necesario tener los Puntos de control y las coordenadas correctas emitidas por el sistema.

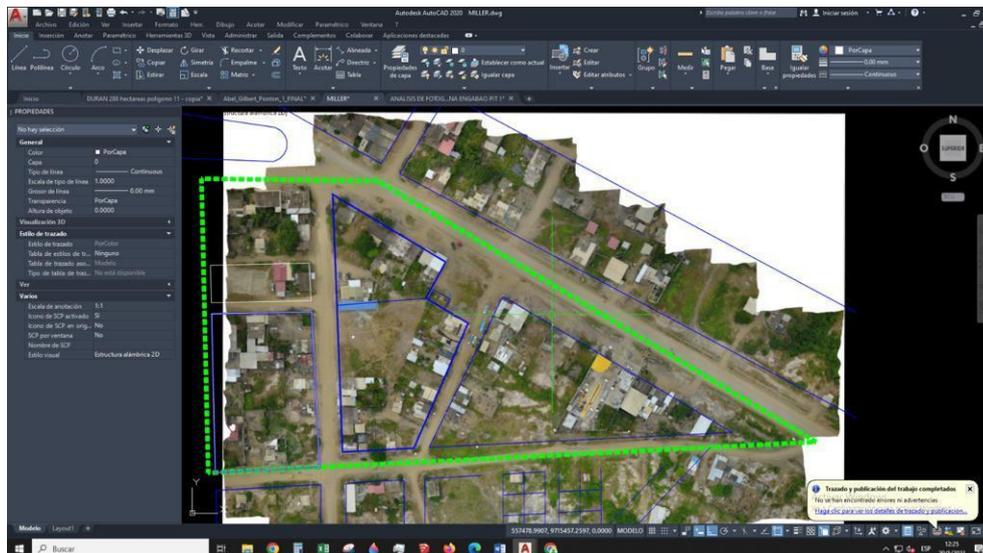
Ilustración 30: Procedimiento en software No. 13.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Se establece la imagen en el Programa AutoCAD y se señala el área en la que se va a realizar en análisis comparativo, en este caso se levantó 6.5 hectáreas las que se encuentran dentro del polígono verde, las mimas que sen encuentran detalladas mediante puntos georreferenciados.

Ilustración 31: Procedimiento en software No. 13.

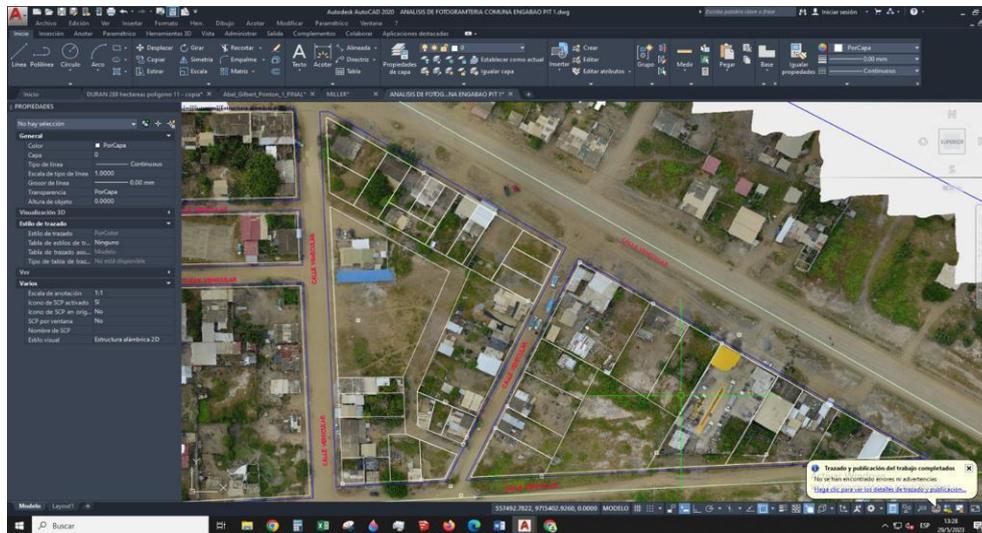


Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Se procede a dibujar los polígonos manzaneros para poder definir las calles los ejes de vía y las proyecciones de acera, tomando en cuenta los puntos que se tomaron en sitio con el equipo GNSS mediante el sistema Ntrip, al momento de tener

las parcelas se procede a subdividirlos para ir teniendo los predios y determinando su área y sus linderos.

Ilustración 32: Procedimiento en software No. 13.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Se procede a dibujar con referencia a los puntos y la imagen para poder definir las construcciones y cerramientos los mismo que están dentro de los predios como se va delimitando, en la imagen podemos observar que se define las líneas de fábrica de las construcciones existentes, calles, proyecciones de aceras, ejes de vía y se señalan las cajas de AASS las mismas que se encuentran colocadas sin orden y con una mala planificación ya que en algunos casos afectan a predios o se encuentran dentro de cerramientos existentes.

## CAPÍTULO IV PROPUESTA O INFORME

### 4.1 Resultados

Tabla 4: Solar 02 - Manzana B - Fotogrametría.

COORDENADAS FOTOGRAMETRIA SOLAR 02 MZ B				
VERTICE	LADO	DIST.	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	13,500	557362,643	9715519,460
P2	P2 - P3	31,741	557351,080	9715526,428
P3	P3 - P4	13,507	557334,471	9715499,380
P4	P4 - P1	31,427	557346,198	9715492,679
P1			557362,643	9715519,460

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 5: Solar 02 - Manzana B - NTRIP.

COORDENADAS NTRIP SOLAR 02 MZ B				
P1	P1 - P2	13250	557362428	9715519360
P2	P2 - P3	31510	557351132	9715526295
P3	P3 - P4	13350	557334651	9715499435
P4	P4 - P1	31360	557346104	9715492583
P1			557362428	9715519360

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

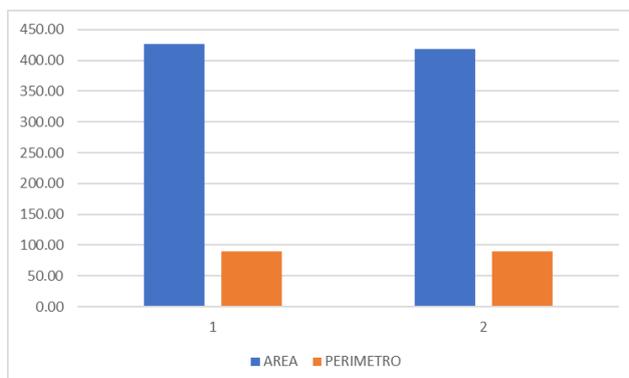
Una vez obtenida la información se procedió a calcular el Área y el Perímetro correspondiente entre ambos métodos, donde se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 6: Resultados Solar 02 - Manzana B.

	FOTOGRAMETRIA	NTRIP
Área(m <sup>2</sup> )	426,38 m <sup>2</sup>	418,11 m <sup>2</sup>
Perímetro(m)	90,17 m	89,47 m

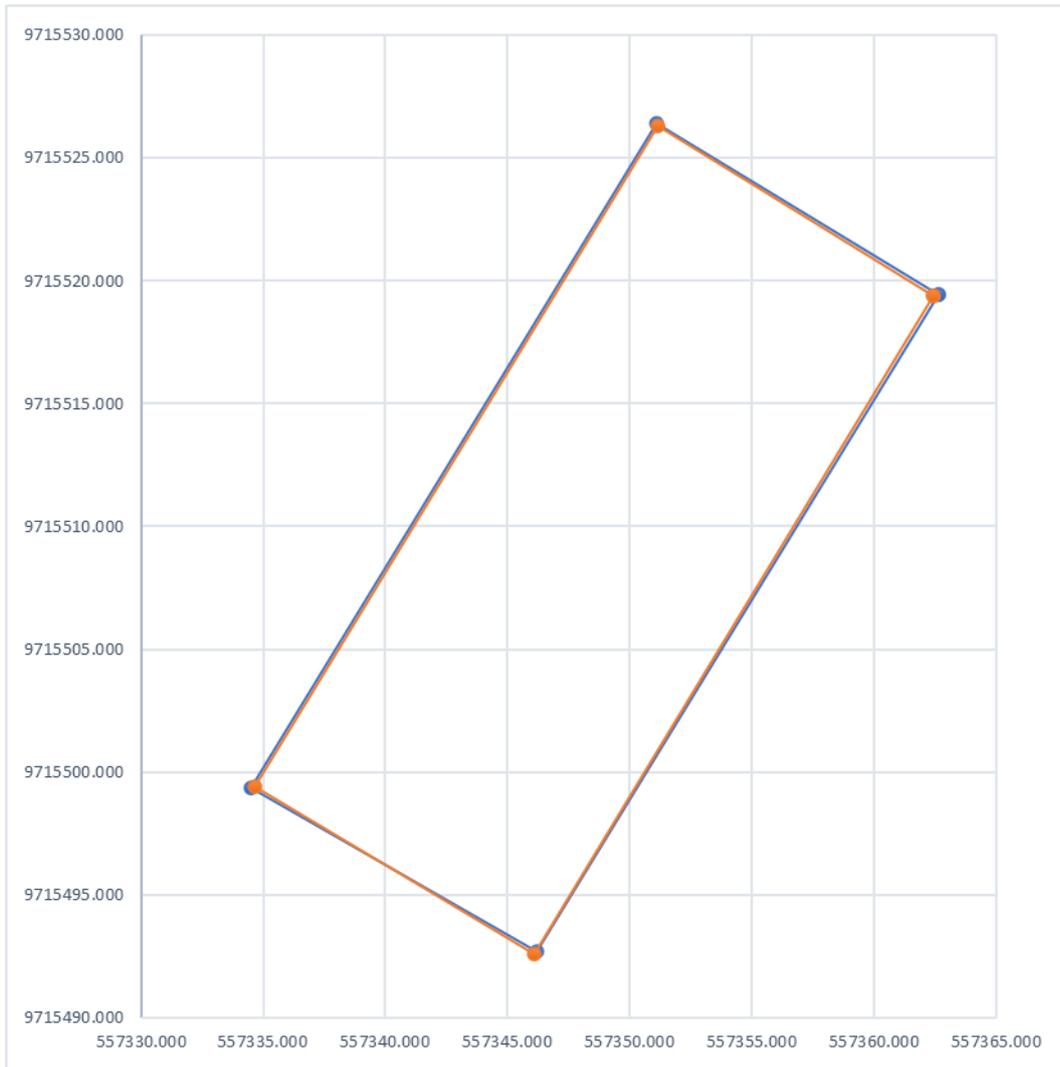
Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Ilustración 33: Resultados en gráfico Solar 02 - Manzana B.



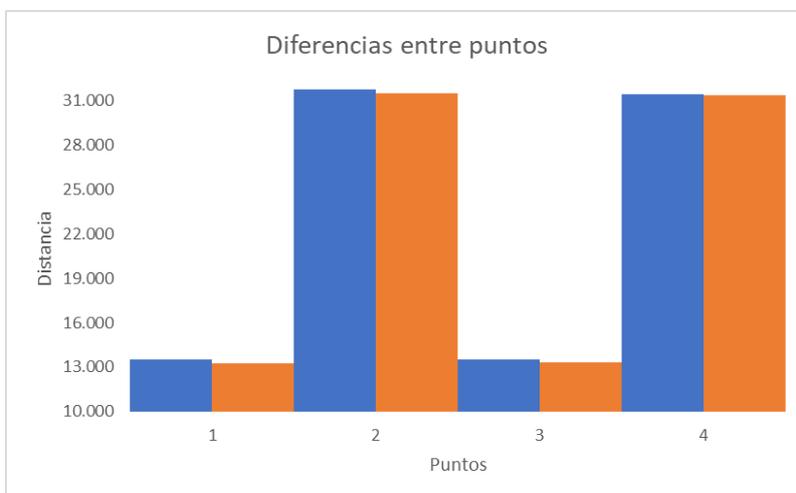
Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Ilustración 34: Esquema Superposición de mediciones Solar 02 – Manzana B.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Ilustración 35: Comparativa de toma de puntos entre sistemas Solar 02 – Manzana B.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

La diferencia en el P1 entre ambos métodos fue de 0,25 m; en el P2 fue de 0,231m; en P3 fue de 0,157m y en el P4 fue de 0,067 m.

Tabla 7: Solar 08 - Manzana B - Fotogrametría.

COORDENADAS FOTOGAMETRIA SOLAR 08 MZ B				
VERTICE	LADO	DIST.	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	4,856	557,388,407	9,715,468,828
P2	P2 - P3	9,980	557,392,684	9,715,466,528
P3	P3 - P4	29,724	557,401,288	9,715,461,470
P4	P4 - P5	16,001	557,416,605	9,715,486,943
P5	P5 - P1	30,094	557,402,901	9,715,495,202
P1			557,388,407	9,715,468,828

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 8: Solar 08 - Manzana B - NTRIP.

COORDENADAS NTRIP SOLAR 08 MZ B				
VERTICE	LADO	DIST.	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	5,147	557,388,234	9,715,468,767
P2	P2 - P3	9,752	557,392,768	9,715,466,330
P3	P3 - P4	29,803	557,401,138	9,715,461,325
P4	P4 - P5	15,751	557,416,421	9,715,486,913
P5	P5 - P1	30,335	557,403,051	9,715,495,230
P1			557,388,234	9,715,468,767

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

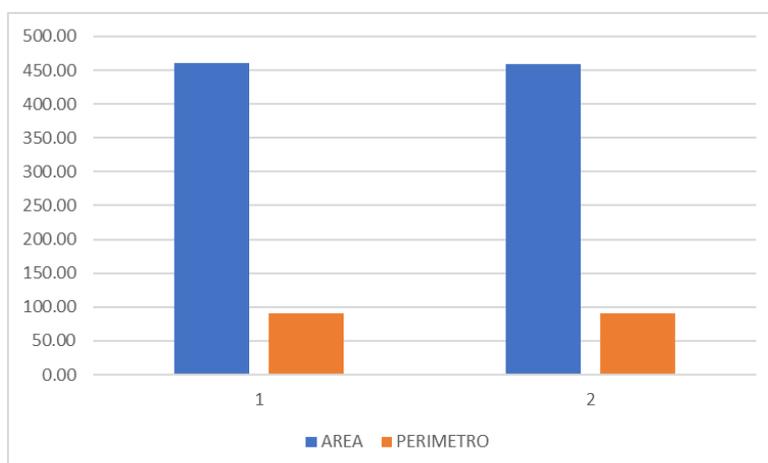
Una vez obtenida la información se procedió a calcular el Área y el Perímetro correspondiente entre ambos métodos, donde se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 9: Resultados Solar 08 – Manzana B.

	FOTOGAMETRIA	NTRIP
Área(m <sup>2</sup> )	460,05	459,43
Perímetro(m)	90,65	90,78

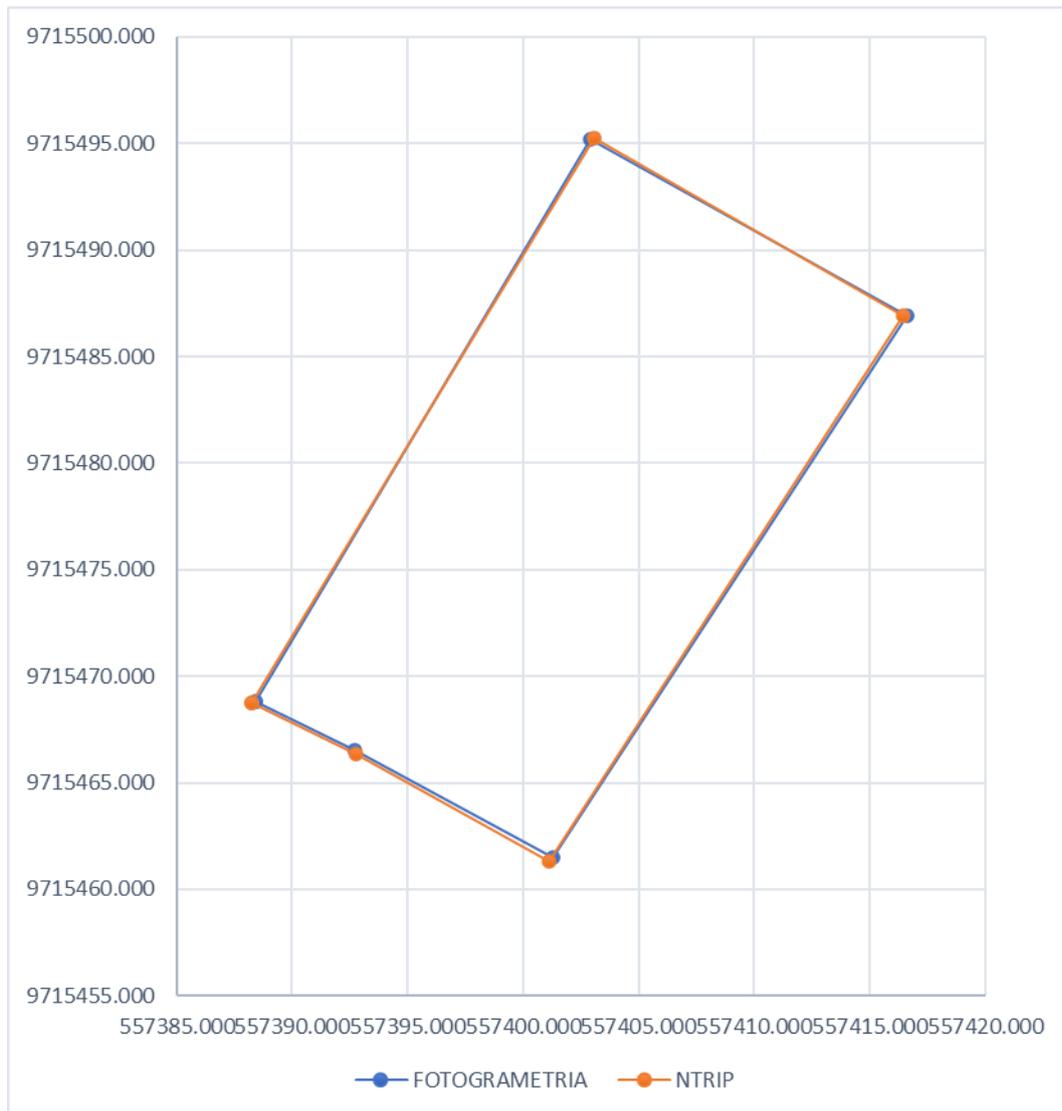
Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Ilustración 36: Comparativa de toma de puntos entre sistemas Solar 08 – Manzana B.



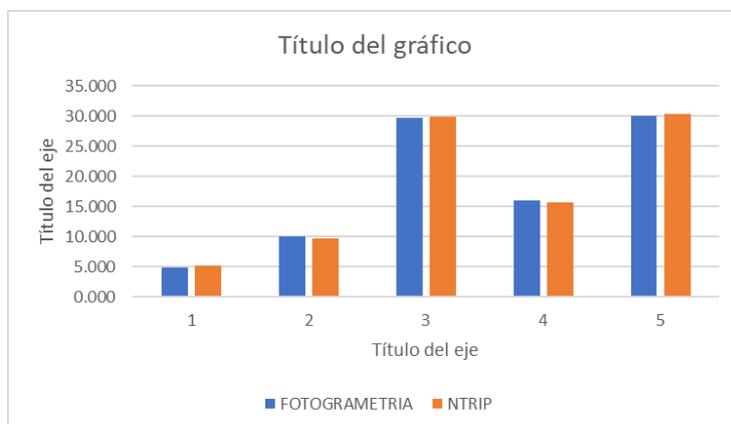
Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Ilustración 37: Esquema Superposición de mediciones Solar 08 – Manzana B.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Ilustración 38: Comparativa de toma de puntos entre sistemas Solar 08 – Manzana B.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

La diferencia en el P1 entre ambos métodos fue de 0,291 m; en el P2 fue de 0,228m; en P3 fue de 0,079 m; en P4 fue de 0,250 m y en el P5 fue de 0,241 m

Tabla 10: Solar 09 - Manzana A - Fotogrametría.

COORDENADAS FOTOGAMETRIA SOLAR 09 MZ A				
VERTICE	LADO	DIST.	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	22,042	557,496,752	9,715,438,875
P2	P2 - P3	41,660	557,477,837	9,715,450,192
P3	P3 - P4	22,038	557,457,866	9,715,413,631
P4	P4 - P1	42,593	557,476,280	9,715,401,525
P1			557,496,752	9,715,438,875

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 11: Solar 09 - Manzana A - NTRIP.

COORDENADAS NTRIP SOLAR 09 MZ A				
VERTICE	LADO	DIST.	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	21,652	557,496,723	9,715,439,116
P2	P2 - P3	41,577	557,477,918	9,715,449,847
P3	P3 - P4	21,662	557,457,975	9,715,413,365
P4	P4 - P1	42,484	557,476,323	9,715,401,850
P1			557,496,723	9,715,439,116

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

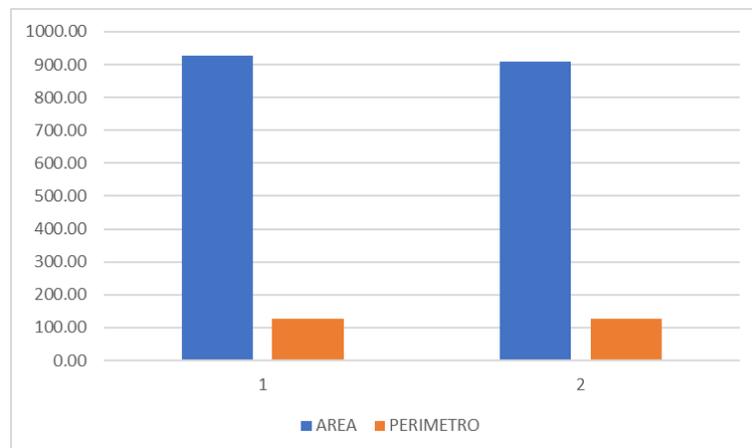
Una vez obtenida la información se procedió a calcular el Área y el Perímetro correspondiente entre ambos métodos, donde se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 12: Resultados Solar 09 – Manzana A.

	FOTOGAMETRIA	NTRIP
<b>Área</b>	<b>926,59</b>	<b>909,35</b>
<b>Perímetro</b>	<b>128,33</b>	<b>127,37</b>

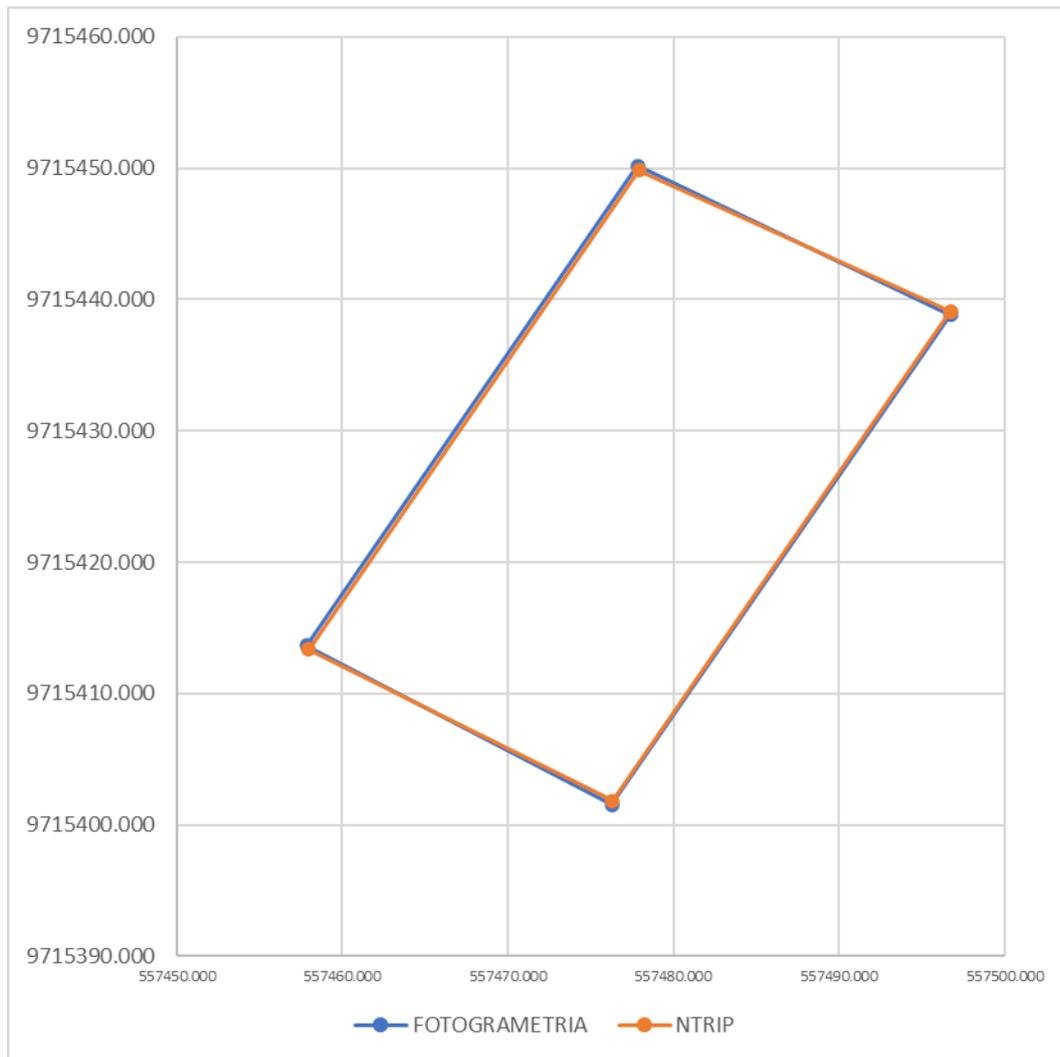
Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Ilustración 39: Comparativa de toma de puntos entre sistemas Solar 09 – Manzana A.



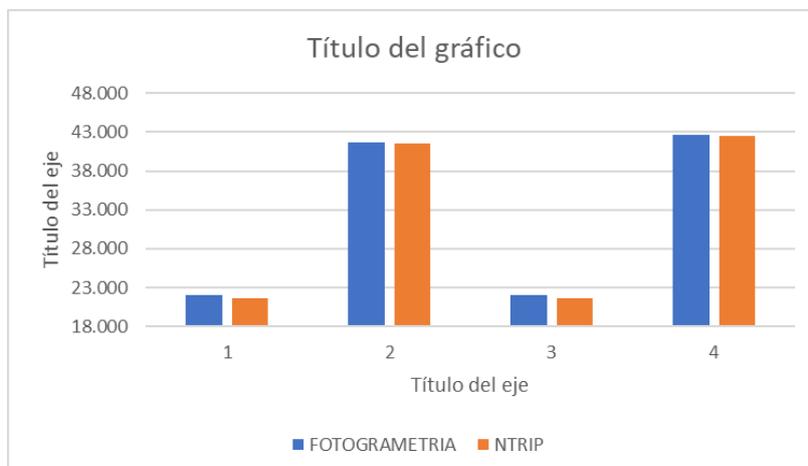
Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Ilustración 40: Esquema Superposición de mediciones Solar 09 – Manzana A.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Ilustración 41: Comparativa de toma de puntos entre sistemas Solar 09 – Manzana A.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 13: Solar 11 - Manzana A - Fotogrametría.

COORDENADAS FOTOGAMETRIA SOLAR 11 MZ A				
VERTICE	LADO	DIST.	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	31,846	557,539,831	9,715,413,102
P2	P2 - P3	43,327	557,512,502	9,715,429,452
P3	P3 - P4	20,674	557,491,120	9,715,391,769
P4	P4 - P5	36,771	557,480,917	9,715,373,788
P5	P5 - P1	44,837	557,517,687	9,715,374,115
P1			557,539,831	9,715,413,102

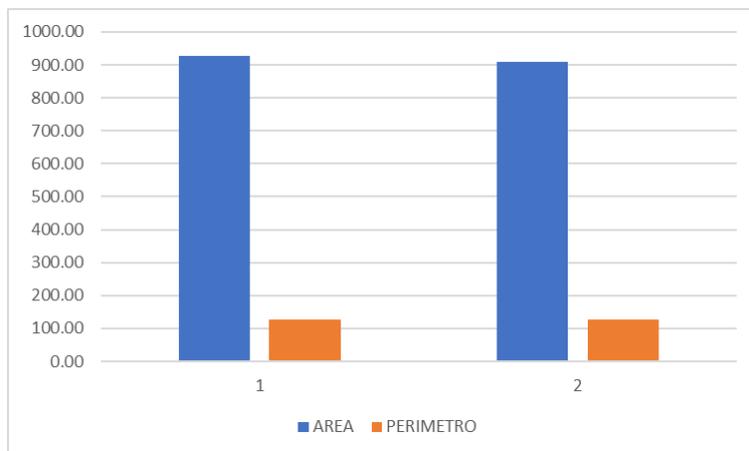
Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 14: Solar 11 - Manzana A - NTRIP.

COORDENADAS NTRIP SOLAR 11 MZ A				
VERTICE	LADO	DIST.	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	31,771	557,539,934	9,715,413,426
P2	P2 - P3	43,425	557,512,557	9,715,429,578
P3	P3 - P4	20,307	557,491,296	9,715,391,684
P4	P4 - P5	36,250	557,481,285	9,715,374,016
P5	P5 - P1	45,426	557,517,534	9,715,373,907
P1			557,539,934	9,715,413,426

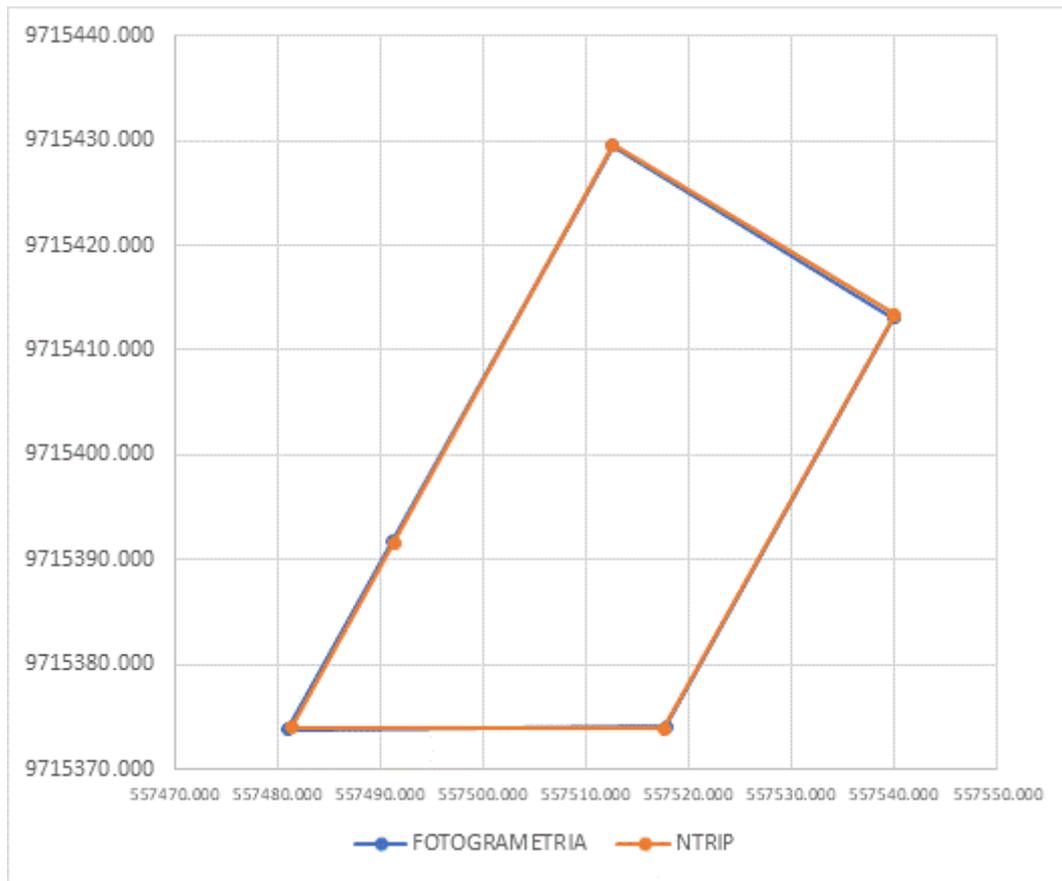
Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Ilustración 42: Comparativa de toma de puntos entre sistemas Solar 11 – Manzana A.



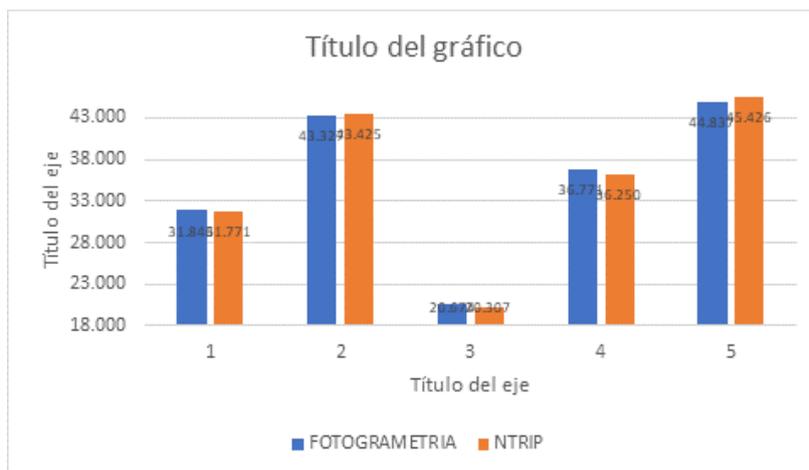
Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Ilustración 43: Esquema Superposición de mediciones Solar 11 – Manzana A.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Ilustración 44: Comparativa de toma de puntos entre sistemas Solar 11 – Manzana A.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 15: Solar 14 - Manzana A - Fotogrametría.

COORDENADAS FOTOGAMETRIA SOLAR 14 MZ A				
VERTICE	LADO	DIST.	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	28,711	557,593,510	9,715,380,987
P2	P2 - P3	26,691	557,568,872	9,715,395,727
P3	P3 - P4	31,581	557,556,140	9,715,372,268
P4	P4 - P1	11,304	557,587,706	9,715,371,286
P1			557,593,510	9,715,380,987

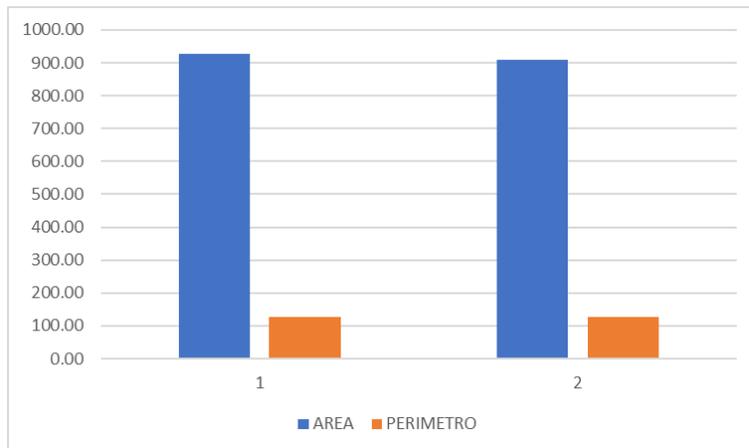
Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 16: Solar 14 - Manzana A - NTRIP.

COORDENADAS NTRIP SOLAR 14 MZ A				
VERTICE	LADO	DIST.	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	28,450	557,593,322	9,715,380,960
P2	P2 - P3	26,570	557,569,058	9,715,395,814
P3	P3 - P4	31,401	557,556,411	9,715,372,447
P4	P4 - P1	11,011	557,587,786	9,715,371,437
P1			557,593,322	9,715,380,960

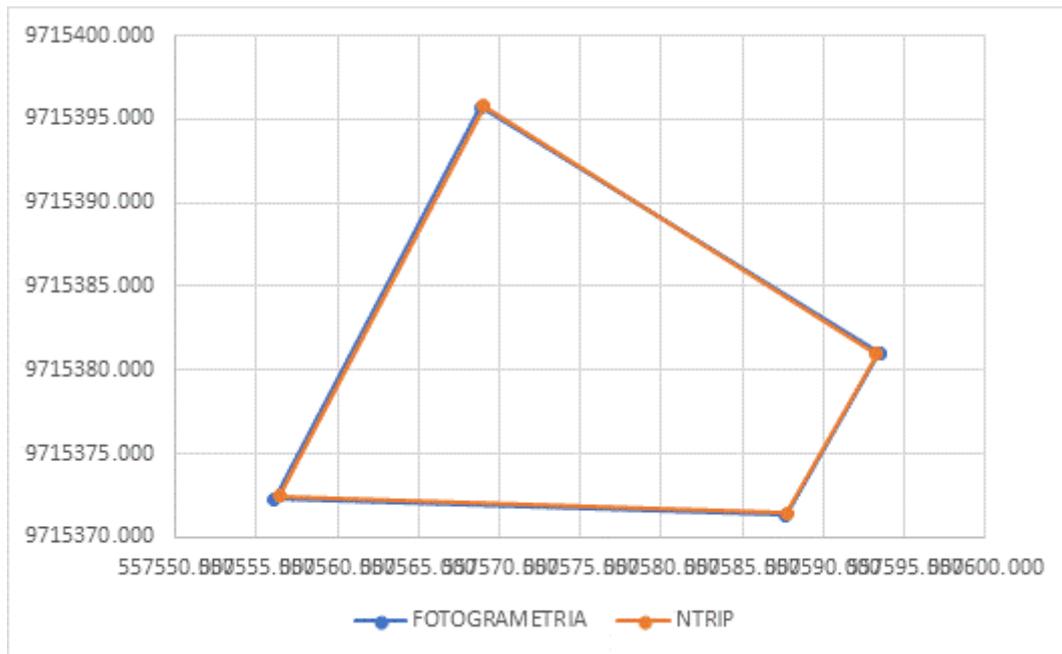
Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Ilustración 45: Comparativa de toma de puntos entre sistemas Solar 14 – Manzana A.



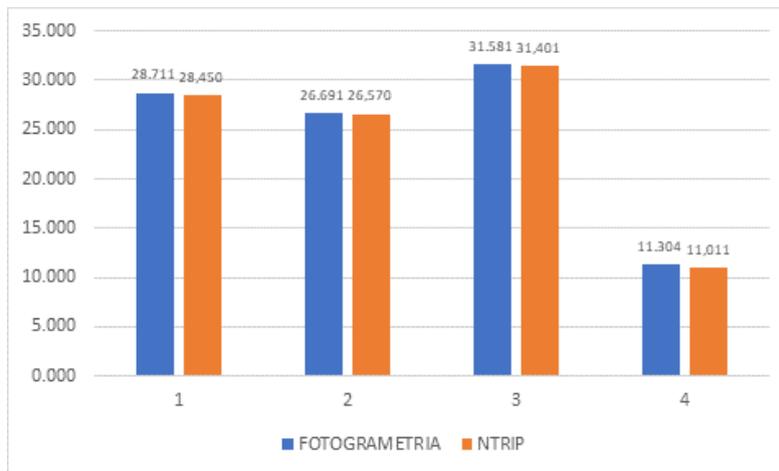
Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Ilustración 46: Esquema Superposición de mediciones Solar 14 – Manzana A.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Ilustración 47: Comparativa de toma de puntos entre sistemas Solar 14 – Manzana A.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

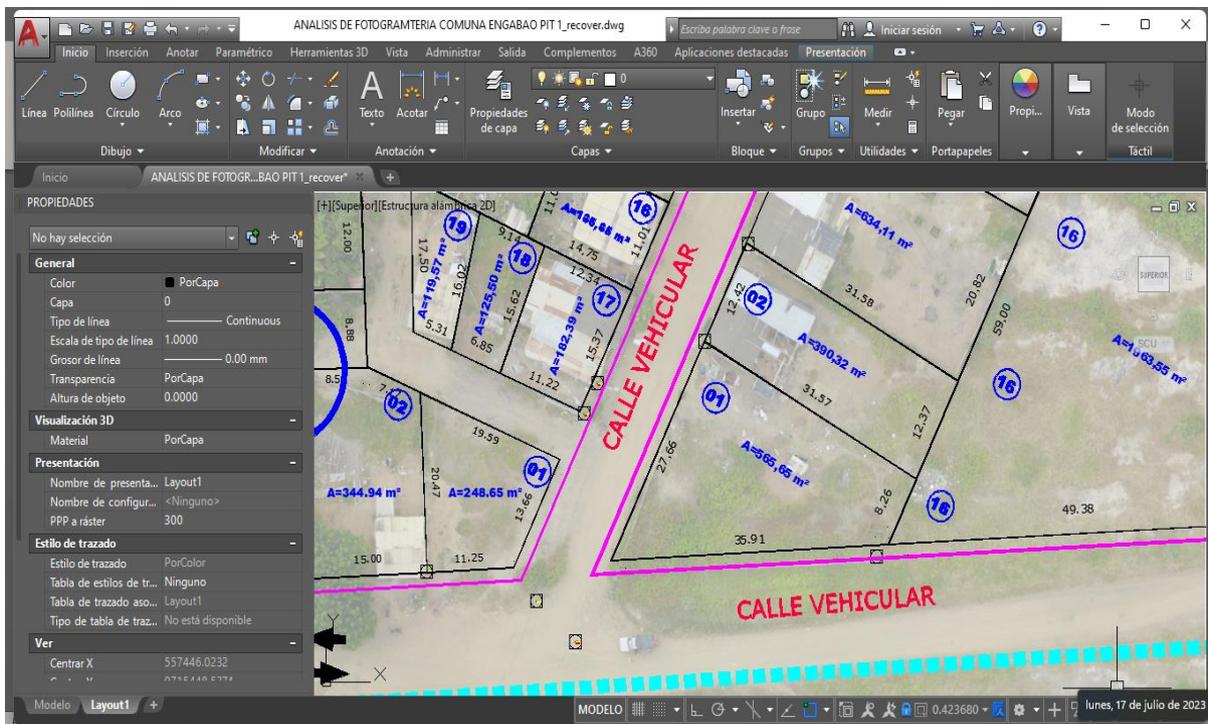
## CUADRO DE LINDEROS Y MENSURAS DE LA MANZANA A

Tabla 17: Primer solar analizado – Manzana A.

Solar # 01	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Solar # 02 con 31.57 m
Sur	Calle vehicular con 35.91 m
Este	Solar # 16 con 8.26 m
Oeste	Calle vehicular con 27.66 m
Área	565.65 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Ilustración 48: Generación de plano – Primer paso.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Se puede observar en el solar # 01 de la manzana A la presencia de un cerramiento de caña implantado cuya línea de construcción no se encuentra acorde a su línea de fábrica. Mediante la implementación de la ortofoto. Es posible analizar con mayor detalle los límites del terreno con el fin de lograr un mejor ordenamiento territorial.

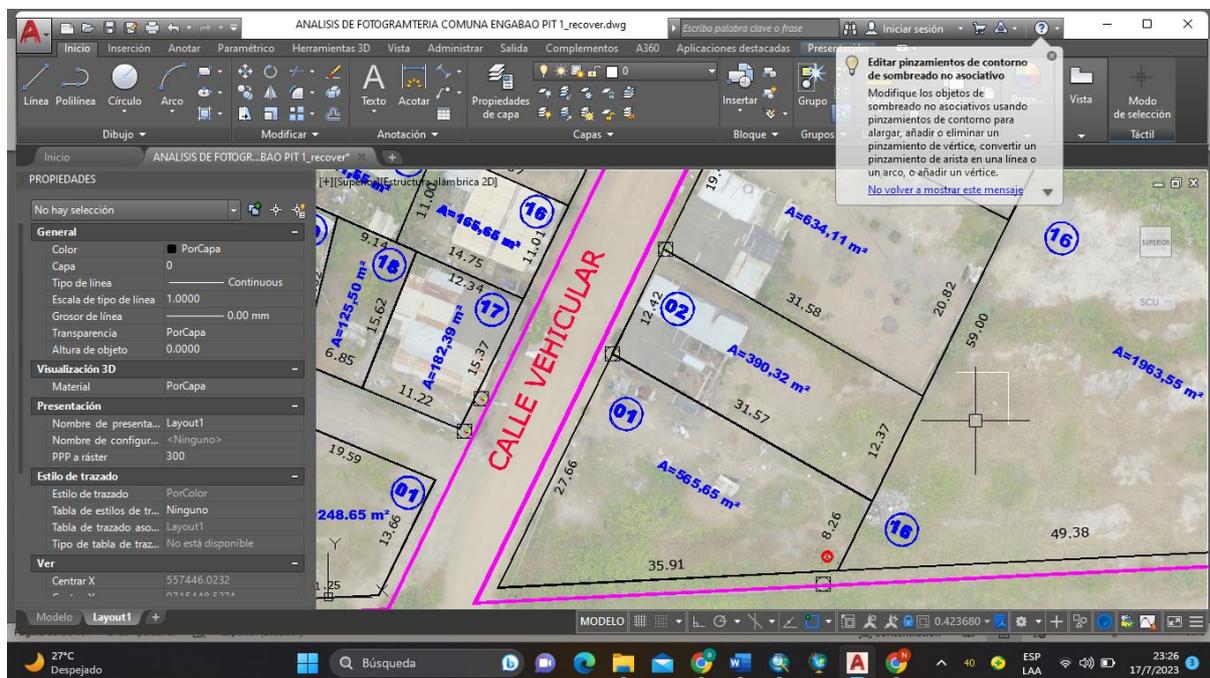
Tabla 18: Segundo solar analizado – Manzana A.

Solar # 02	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Solar # 03 con 31.58 m
Sur	Solar # 01 con 31.57 m
Este	Solar # 16 con 12.37 m
Oeste	Calle vehicular con 12.42 m
Área	390.92 m <sup>2</sup>

Nota: En el lindero sur del predio mencionado, se puede observar que la línea de construcción no coincide con el cerramiento. Gracias al uso del sistema de fotogrametría, es posible identificar y determinar esta irregularidad de manera precisa y detallada.

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Ilustración 49: Generación de plano – Segundo paso.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 19: Tercer solar analizado – Manzana A.

Solar # 03	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Solar # 04 con 31.51 m
Sur	Solar # 02 con 31.58 m
Este	Solar # 16 con 20.82 m
Oeste	Calle vehicular con 19.44 m

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 20: Cuarto solar analizado – Manzana A.

Solar # 04	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Solar # 04 con 31.57 m
Sur	Solar # 02 con 31.51 m
Este	Solar # 16 con 17.56 m
Oeste	Calle vehicular con 18.79 m
Área	572.54 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 21: Quinto solar analizado – Manzana A.

Solar # 05	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Solar # 06 con 37.98 m
Sur	Solar # 04 y 16 con 37.38 m
Este	Solar # 09 con 12.02 m
Oeste	Calle vehicular con 12.05 m
Área	453.02 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 22: Sexto solar analizado – Manzana A.

Solar # 06	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Solares # 07 y 08 con 38.49 m
Sur	Solar # 05 con 37.58 m
Este	Solar # 09 con 9.90 m
Oeste	Calle vehicular con 10.30 m
Área	386.29 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 23: Séptimo solar analizado – Manzana A.

Solar # 07	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Calle vehicular con 24.65 m
Sur	Solar # 06 con 23.64 m
Este	Solar # 08 con 19.92 m
Oeste	Calle vehicular con 20.28 m
Área	484.20 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 24: Octavo solar analizado – Manzana A.

Solar # 08	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Calle vehicular con 14.86 m
Sur	Solar # 06 con 14.85 m
Este	Solar # 09 con 19.73 m
Oeste	Solar # 07 con 19.92 m
Área	294.34 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 25: Noveno solar analizado – Manzana A.

Solar # 09	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Calle vehicular con 22.04 m
Sur	Solar # 06 con 22.04 m
Este	Solar # 10 con 42.59 m
Oeste	Solares # 05,06 y 08 con 41.66 m
Área	926.60 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 26: Décimo solar analizado – Manzana A.

Solar # 10	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Calle vehicular con 18.35 m
Sur	Solar # 16 con 17.76 m
Este	Solar # 11 con 43.33 m
Oeste	Solar # 09 con 42.59 m
Área	926.60 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 27: Décimo primero solar analizado – Manzana A.

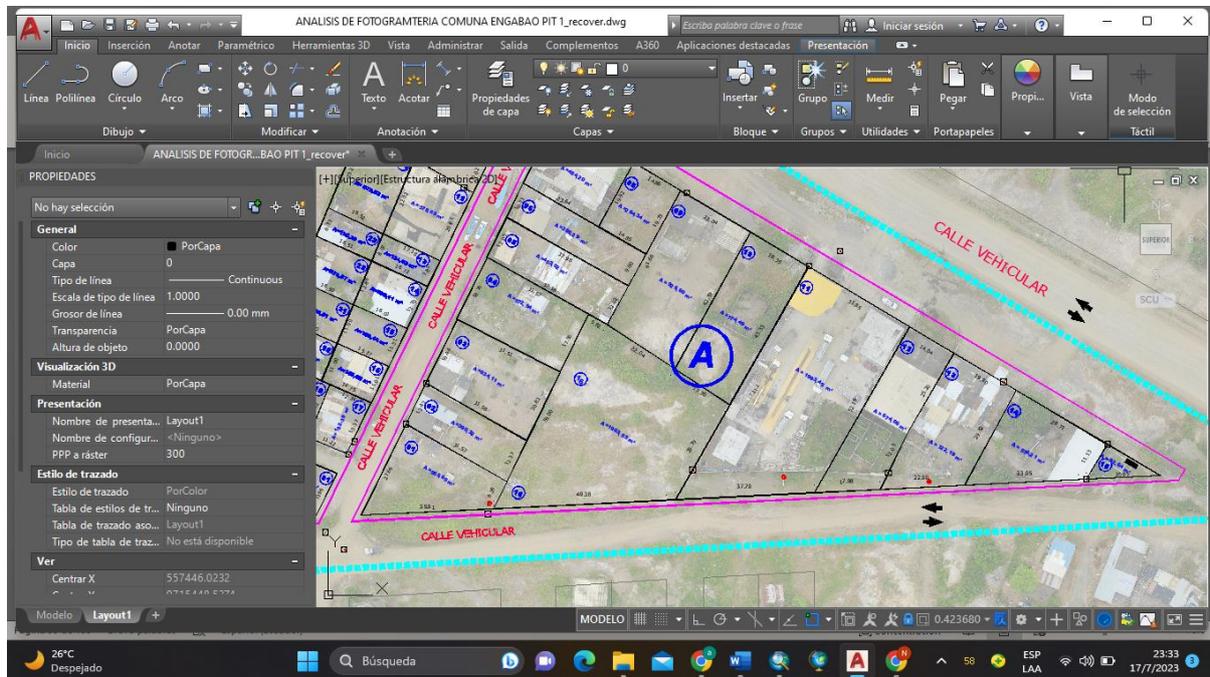
Solar # 11	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Calle vehicular con 31.85 m
Sur	Calle vehicular con 37.70 m
Este	Solar # 12 con 43.33 m
Oeste	Solar # 10 y 16 con 73.12 m
Área	1993.45 m <sup>2</sup>

Nota En el lindero sur del predio mencionado, se ha identificado un área que no ha sido considerada por el propietario debido a la falta de determinación de su línea de fábrica. Gracias a la implementación de los sistemas correspondientes, se ha podido observar que dicha área se encuentra dentro de los límites de la línea de fábrica.

En consecuencia, el propietario deberá regularizar esta situación con la entidad responsable, en este caso, la comuna, para poder beneficiarse de dicha área.

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Ilustración 50: Generación de plano – Tercer paso.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 28: Décimo segundo solar analizado – Manzana A.

Solar # 12	
Orientación cardenal	Linderos
Norte	Calle vehicular con 14.04 m
Sur	Calle vehicular con 17.88 m
Este	Solar # 13 con 25.20 + 12.05 m
Oeste	Solar # 11 con 52.16 m
Área	674.06 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 29: Décimo tercero solar analizado – Manzana A.

Solar # 13	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Calle vehicular con 19.80 m
Sur	Calle vehicular con 22.90 m
Este	Solar # 14 con 29.52 m
Oeste	Solar # 12 con 12.05 + 25.20 m
Área	722.19 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 30: Décimo cuarto solar analizado – Manzana A.

Solar # 14	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Calle vehicular con 28.71 m
Sur	Calle vehicular con 33.05 m
Este	Solar # 15 con 11.13 m
Oeste	Solar # 13 con 29.52 m
Área	576.21 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 31: Décimo quinto solar analizado – Manzana A.

Solar # 15	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Calle vehicular con 16.65 m
Sur	Calle vehicular con 20.03 m
Este	Vértice con 0.00 m
Oeste	Solar # 14 con 11.13 m
Área	92.67 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 32: Décimo sexto solar analizado – Manzana A.

Solar # 16	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Solares # 05,09 y 10 con 5.82 + 22.04 + 17.76 m
Sur	Calle vehicular con 49.38 m
Este	Solar # 11 con 29.79 m
Oeste	Solares # 01, 02, 03, con 59.00 m
Área	1963.55 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

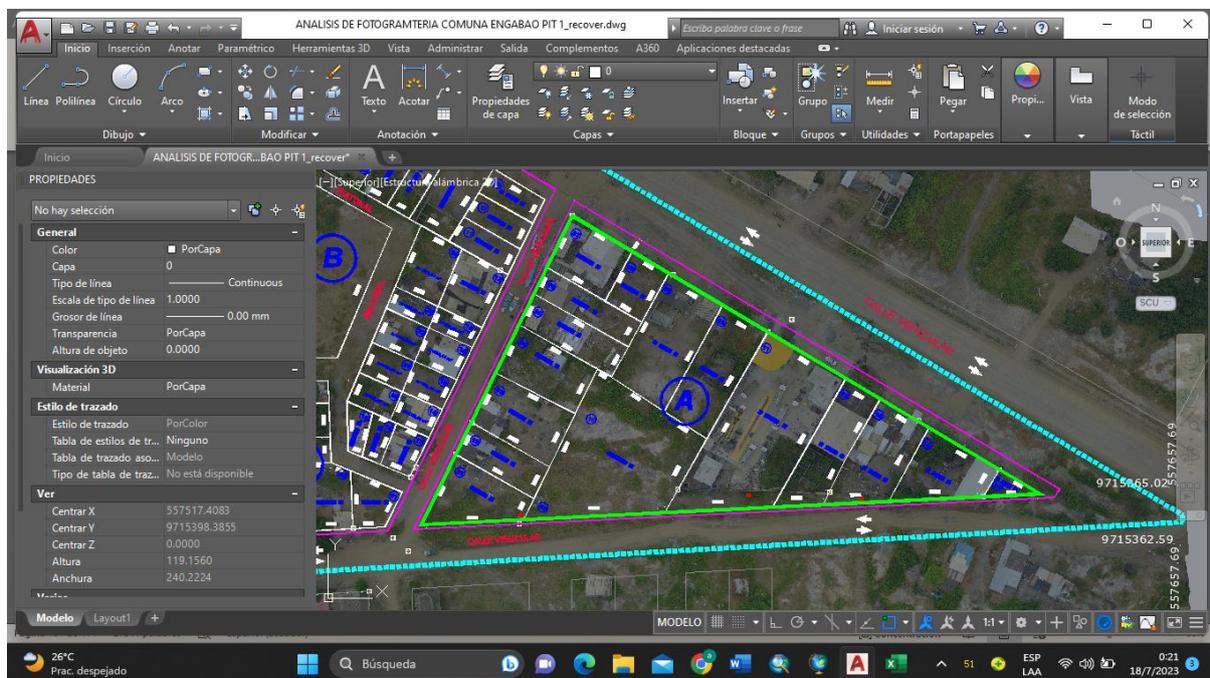
Las distancias se expresan en unidades de metros, siguiendo el sistema internacional de medidas. Estas distancias son horizontales y se obtienen mediante mediciones directas utilizando y además los sistemas Ntrip y fotogrametría.

Tabla 33: Coordenadas geográficas de la manzana A de acorde al levantamiento topográfico y fotogrametría.

Cuadro de coordenadas de la manzana A		
Vértices	x	y
A	557443.9363	9715470.474
B	557607.7971	9715372.439
C	557391.235	9715361.597
Área	11503.69	

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Ilustración 51: Generación de plano – Cuarto paso.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

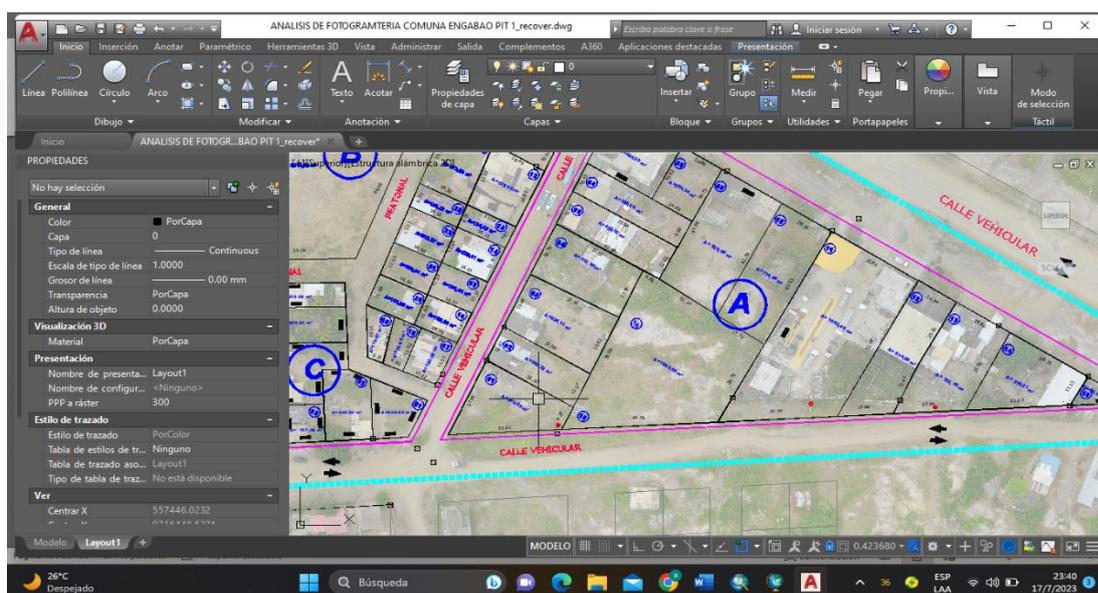
Tabla 34: Suma de áreas de cada uno de los predios según levantamiento topográfico

Lotes	Áreas
1	565.65
2	390.32
3	634.11
4	572.54
5	453.02
6	386.29
7	484.2
8	294.34
9	926.6
10	774.49
11	1993.45
12	674.06
13	722.19
14	576.21
15	92.67
16	1963.55
Área total	11503,69

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

En el caso de esta manzana, se llevó a cabo la determinación de la línea de fábrica de los 16 predios que la conforman. Gracias a los levantamientos realizados, se pudo observar que los predios número 01, 11, 12, 13 y 16 se encuentran afectados por la presencia de un tendido eléctrico, tal como se puede apreciar en la imagen adjunta.

Ilustración 52: Generación de plano – Cuarto paso.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

## CUADRO DE LINDEROS Y MENSURAS DE LA MANZANA B

Tabla 35: Primer solar analizado – Manzana B.

Solar #01	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Calle vehicular con 0.73+ 33.86 m
Sur	Solar # 26 con 23.16 m
Este	Solar # 02 con 16.73 m
Oeste	Calle vehicular con 20.27 m
Área	493.50 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 36: Segundo solar analizado – Manzana B.

Solar # 02	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Calle vehicular con 13.50 m
Sur	Peatonal con 13.51 m
Este	Solares # 03 y 25 con 31.43 m
Oeste	Solares # 26 y 01 con 31.43 m
Área	426.38 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 37: Tercer solar analizado – Manzana B.

Solar # 03	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Calle vehicular con 11.00 m
Sur	Solar # 25 con 11.01 m
Este	Solar# 04 con 21.17 m
Oeste	Solar# 02 con 21.42 m
Área	234.23 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 38: Cuarto solar analizado – Manzana B.

Solar # 04	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Calle vehicular con 8.00 m
Sur	Solar # 25 con 8.00m
Este	Solar# 05 con 20.98 m
Oeste	Solar# 02 con 21.17 m
Área	168.58 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 39: Quinto solar analizado – Manzana B.

Solar # 05	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Calle vehicular con 7.50 m
Sur	Solar # 25 con 7.50 m
Este	Solar# 06 con 20.98 m
Oeste	Solar# 04 con 20.98 m
Área	156.69 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 40: Sexto solar analizado – Manzana B.

Solar # 06	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Calle vehicular con 11.50 m
Sur	Peatonal con 11.51 m
Este	Solar# 07 con 30.54 m
Oeste	Solares # 25 y 05 con 30.81 m
Área	350.78 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 41: Séptimo solar analizado – Manzana B.

Solar # 07	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Calle vehicular con 9.00 m
Sur	Peatonal con 9.00 m
Este	Solar # 08 con 30.54 m
Oeste	Solar # 06 con 30.33 m
Área	273.94 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 42: Octavo solar analizado – Manzana B.

Solar # 08	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Calle vehicular con 16.00 m
Sur	Solar # 24 y peatonal con 16.06 m
Este	Solares # 09,10 y 11 con 29.96 m
Oeste	Solar # 07 con 30.33 m
Área	482.36 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 43: Noveno solar analizado – Manzana B.

Solar # 09	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Calle vehicular con 20.86 m
Sur	Solar # 10 con 21.82 m
Este	Calle vehicular con 9.48 m
Oeste	Solar # 08 con 9.95 m
Área	207.02 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 44: Décimo solar analizado – Manzana B.

Solar # 10	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Solar # 09 con 21.82 m
Sur	Solar # 11 con 22.82 m
Este	Calle vehicular con 10.02 m
Oeste	Solar # 08 con 10.01 m
Área	223.19 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 45: Décimo primero solar analizado – Manzana B.

Solar # 11	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Solar # 10 con 22.82 m
Sur	Solares # 12 y 24 con 23.82 m
Este	Calle vehicular con 10.02 m
Oeste	Solar # 08 con 10.01 m
Área	223.19 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 46: Décimo segundo solar analizado – Manzana B.

Solar # 12	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Solar # 11 con 18.45 m
Sur	Solar # 13 con 17.18 m
Este	Calle vehicular con 20.61 m
Oeste	Solar # 24 con 22.02 m
Área	378.65 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 47: Décimo tercero solar analizado – Manzana B.

Solar # 13	
Orientación cardinal	Linderos
Norte	Solar # 11 con 18.45 m
Sur	Solar # 13 con 17.18 m
Este	Calle vehicular con 20.61 m
Oeste	Solar # 24 con 22.02 m
Área	378.65 m <sup>2</sup>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

## 4.2 Costos

Tabla 48: Análisis de Precio Unitario con Drone

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
<b>RUBRO:</b>						
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON DRONE					<b>UNIDAD</b>	Ha
<b>ESPECIFICACIÓN</b>					<b>RENDIMIENTO</b>	0,11
<b>EQUIPOS</b>						Horas/Ha
Descripción	Unidad	Cantidad	C/Hora	Rendimiento	Total	
Herramientas menores	5% MO					
Drone DJI Mavic 1	Ha	1,00	650,00	0,1110	72,15	
Computadora	u	1,00	3,10	0,1110	0,34	
Tablet	u	1,00	2,95	0,1110	0,33	
RTK	u	1,00	8,50	0,1110	0,94	
					<b>SubTotal</b>	<b>73,77</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
Descripción	Unidad	Cantidad	C/Hora	Rendimiento	Total	
Topografo (Estruc. Ocup. C1)	Hora	1,00	4,55	0,1110	0,51	
Dibujante (Estruc. Ocup. C2)	Hora	1,00	3,64	0,1110	0,40	
Chofer Profesional Licencia tipo c	Hora	2,00	3,89	1,4700	5,72	
					<b>SubTotal</b>	<b>6,63</b>
<b>MATERIALES</b>						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total		
Cinta Metrica	u	1	8,70	8,70		
Lona Impresa colores Blanco-Rojo	u	3,00	6,00	18,00		
					<b>SubTotal</b>	<b>18,00</b>
<b>TRANSPORTE</b>						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total		
Vehiculo de Transporte	Hora	3	7,00	21,00		
					<b>SubTotal</b>	<b>21,00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>119,39</b>	
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>						
				<b>28,50%</b>	<b>34,03</b>	
<b>OTROS INDIRECTOS</b>						
<b>COSTO TOTAL RUBRO</b>					<b>153,42</b>	

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 49: Análisis de Precio Unitario RTK

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>RUBRO:</b>					
				<b>UNIDAD</b>	Ha
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO RTK NTRIP				<b>RENDIMIENTO</b>	0,67
<b>ESPECIFICACIÓN</b>					
					Horas/Ha
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	C/Hora	Rendimiento	Total
Herramientas menores	5% MO				
RTK polaris	Ha	1,00	350,00	0,6700	234,50
Computadora	u	1,00	3,10	0,6700	2,08
Tablet	u	1,00	2,95	0,6700	1,98
<b>SubTotal</b>					<b>238,55</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	C/Hora	Rendimiento	Total
Topografo (Estruc. Ocup. C1)	Hora	1,00	4,55	0,6700	3,05
Cadenero (Estruc. Ocup. D2)	Hora	1,00	4,10	0,6700	2,75
Dibujante (Estruc. Ocup. C2)	Hora	8,00	3,64	0,6700	2,44
Chofer Profesional Licencia tipo c	Hora	2,00	3,89	1,4700	5,72
<b>SubTotal</b>					<b>13,95</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Cinta Metrica	u	1	8,70	8,70	
<b>SubTotal</b>				<b>8,70</b>	
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Vehiculo de Transporte	Hora	8	5,00	40,00	
<b>SubTotal</b>				<b>40,00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>301,21</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>					<b>28,50%</b>
<b>OTROS INDIRECTOS</b>					<b>85,84</b>
<b>COSTO TOTAL RUBRO</b>					<b>387,05</b>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

Tabla 50: Presupuesto Referencial

<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>
--------------------------------

<b>Código</b>	<b>Descripción del Rubro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Global del Rubro</b>
<b>Est 01</b>	<b>Levantamiento con RTK</b>	ha	5,79	387,05	<b>2241,01</b>
<b>Est 02</b>	<b>Levantamiento Fotogramétrico con Drone</b>	ha	5,79	167,68	<b>970,86</b>

Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).

## CONCLUSIONES

Después de llevar a cabo el proyecto titulado "Análisis comparativo entre los sistemas NTRIP y fotogrametría para el catastro de la comuna Engabao", hemos obtenido resultados esclarecedores que nos permiten cumplir con el objetivo general de esta investigación, que es "Realizar un análisis comparativo entre los sistemas NTRIP y fotogrametría mediante el listado y conceptualización de sus características para la actualización del catastro en la comuna de Engabao."

La comparativa entre ambos sistemas revela enfoques valiosos, desde la revisión literaria se evidencio diferencias entre las aplicaciones de ambos métodos, mientras el Ntrip ofrece una solución en tiempo real basada en correcciones diferenciales, la fotogrametría se destaca por su capacidad de generar modelos tridimensionales a partir de imágenes capturadas

Los hallazgos de este estudio indican que el análisis comparativo entre los sistemas NTRIP y fotogrametría se revela como una herramienta altamente valiosa al llevar a cabo levantamientos topográficos en áreas extensas.

Los levantamientos realizados con ambos métodos (Ntrip y Fotogrametría), fueron detallados en el presente estudio como una herramienta para obtención y representación gráfica, los mismos que sirvieron para análisis de resultados.

Por un lado, el sistema de fotogrametría se destaca por brindar una ortofoto que resulta sumamente útil durante el proceso de procesamiento de imágenes. Esta ortofoto proporciona una visión más completa del terreno en el cual se pretende realizar el levantamiento planimétrico, lo que facilita la interpretación y análisis de datos.

Por otro lado, el sistema NTRIP se distingue por proporcionar una serie de puntos con un menor margen de error en comparación con la fotogrametría. Aunque su precisión es superior, es importante señalar que su implementación conlleva un mayor esfuerzo y trabajo en campo.

## RECOMENDACIONES

Así pues, al evaluar ambos sistemas, se concluye que cada uno ofrece ventajas específicas según las necesidades del proyecto topográfico. La fotogrametría destaca por su capacidad para proporcionar una visión global del área a estudiar, mientras que el NTRIP sobresale por su precisión en los datos obtenidos. La elección entre uno u otro dependerá de factores como el tamaño del área de estudio, la complejidad del terreno y los recursos disponibles.

Es importante destacar que la elección entre la fotogrametría y el NTRIP dependerá de diversos factores, tales como el tamaño del área de estudio, la complejidad del terreno y los recursos disponibles. Para obtener resultados óptimos, es fundamental considerar estos aspectos y seleccionar el sistema más adecuado para cada situación específica.

Además, es relevante señalar que ambos sistemas pueden complementarse de manera efectiva. La ortofoto proporcionada por la fotogrametría y los puntos georreferenciados obtenidos mediante el NTRIP pueden trabajar en conjunto para mejorar la calidad y precisión de los datos. Al combinar estos recursos, se logra un enfoque más completo y detallado del área en estudio, lo que resulta en una mayor confiabilidad en los resultados.

Aunque tanto la fotogrametría como el NTRIP presentan cierto margen de error, mediante un análisis técnico minucioso y cuidadoso, es posible alcanzar una precisión satisfactoria en la medición de los datos. La combinación de la información proveniente de la medición directa con la información georreferenciada proporciona un resultado más sólido y confiable.

En conclusión, la sinergia entre la ortofoto de la fotogrametría y los puntos georreferenciados del NTRIP ofrece una solución más completa y precisa en los proyectos topográficos. Al aprovechar las ventajas de ambos sistemas y realizar un análisis riguroso, se logra una mayor eficiencia y calidad en la obtención de

información geoespacial, lo que contribuye significativamente al éxito de los estudios cartográficos en la comuna Engabao y más allá.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre Contreras, J. J., & Señalin Morocho, K. A. (2023). *Análisis comparativo entre un levantamiento topográfico con estación total y levantamiento fotogramétrico con dron*. Repositorio Digital ULVR:  
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/6123>
- Almagro Gorbea, A. (2019). Half a century documenting the architectural heritage with photogrammetry. *EGE Revista de Expresión Gráfica en la Edificación*.
- Alvarez López, J. S. (2021). *Planeación topográfica para la rectificación de linderos a través de levantamientos RTK, NTRIP y vuelos RPAS*. Repositorio Institucional Universidad Distrital Francisco José de Caldas :  
<https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/28241>
- Barragán-Zaque, W., De la Rosa, L., & Aparicio-Pico, L. (2020). Modelo para evaluación de la exactitud de escáner láser terrestre-TLS. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 12(1), 45-57.
- Bautista Cueto, F. F. (2020). *Evaluación y procesos de proyectos en el área de planeamiento urbano, obras privadas y catastro de la Municipalidad Distrital de Ancón*. Repositorio Institucional Universidad Privada del Norte:  
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25111/Bautista%20Cueto%2c%20Frank%20Felipe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bejarano Velásquez, J. D., & Palomino Cedeño, J. F. (2022). *Análisis comparativo del levantamiento fotogramétrico y estación total en el diseño geométrico de la carretera de evitamiento progresiva 0+000 al 3+837.26 KM - Otuzco, La Libertad, Perú 2021*. Repositorio Digital de la Universidad Privada Antenor Orrego: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/9003>
- Bermeo, A. S. (2019). *epoch.edu.ec*.  
<http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/13630>
- Calderón Zúñiga, J. C. (2019). *Generación de cartografía básica para catastro urbano utilizando fotogrametría con dron complementado con el levantamiento topográfico convencional en el distrito de Chaclayo*. Repositorio Institucional Universidad Nacional Federico Villarreal:  
<https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/3769>
- Carlos Gonzalez, Paola Daza, Diego Obando, Marlon Duron, Darí Gonzalez, Edisson Ballesteros, Jean-Francois De Coq. (2019). *Estrategia de difusión de*

- información para la planeación territorial ante el Cambio Climático: Espacio H, plataforma virtual para el fortalecimiento de las capacidades de adaptación a nivel municipal frente al cambio climático en el Corredor Seco. CGSpace A*  
Repository of Agricultural Research Outputs:  
<https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/111043>
- Casaperalta Suarez, C. B. (2021). *Generación de catastro territorial utilizando fotogrametría y cartografía básica en el distrito de Cerro Colorado - Arequipa.*  
Repositorio Universidad Nacional Federico Villarreal:  
<https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/5408>
- Cedeño Montesdeoca, A. (2022). Flood risk assessment and territorial planning in the Playas canton. *Architecture, Technology and Sustainability.*
- CISNEROS, S. (3 de septiembre de 2019). *ournal.espe.edu.ec.*  
<https://doi.org/10.24133/geoespacial.v16i1.1278>
- Concejo del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Playas. (2014). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Playas.*  
Sistema Nacional de Información: [https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0960005530001\\_PDYOT\\_PLAYAS\\_14-03-2015\\_15-52-03.pdf](https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0960005530001_PDYOT_PLAYAS_14-03-2015_15-52-03.pdf)
- de Melo Filho, O., & Fontenele, J. (2020). Levantamento topográfico georeferenciado como ferramenta de identificação e caracterização de áreas agrícolas aptas à implantação de um projeto de irrigação: um estudo de caso. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*(73), 1.
- esteban, M. (2019). *Uniss.edu.cu.*  
<https://unissva.uniss.edu.cu/bitstream/handle/123456789/6656/Yerandy%20Mar%C3%ADn%20Esteban.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ferrari, V., & Lowinger, L. (2021). *Estudio de planificación y fraccionamiento de un barrio marino.* Colibri - Conocimiento Libre Repositorio Institucional:  
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/27548>
- Gomez Villca, F., & Quispe Chavez, A. (2022). *Metodología para el análisis y verificación de levantamiento topográfico mediante la tecnología NTRIP, en la comunidad Chuquiaguillo II - Municipio de Palca - Departamento de La Paz.*  
Repositorio Institucional Universidad Mayor de San Andrés:  
<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/30629>
- González, J. (2020 ). *Diagnóstico de la red geodésica municipal del Municipio Mario*

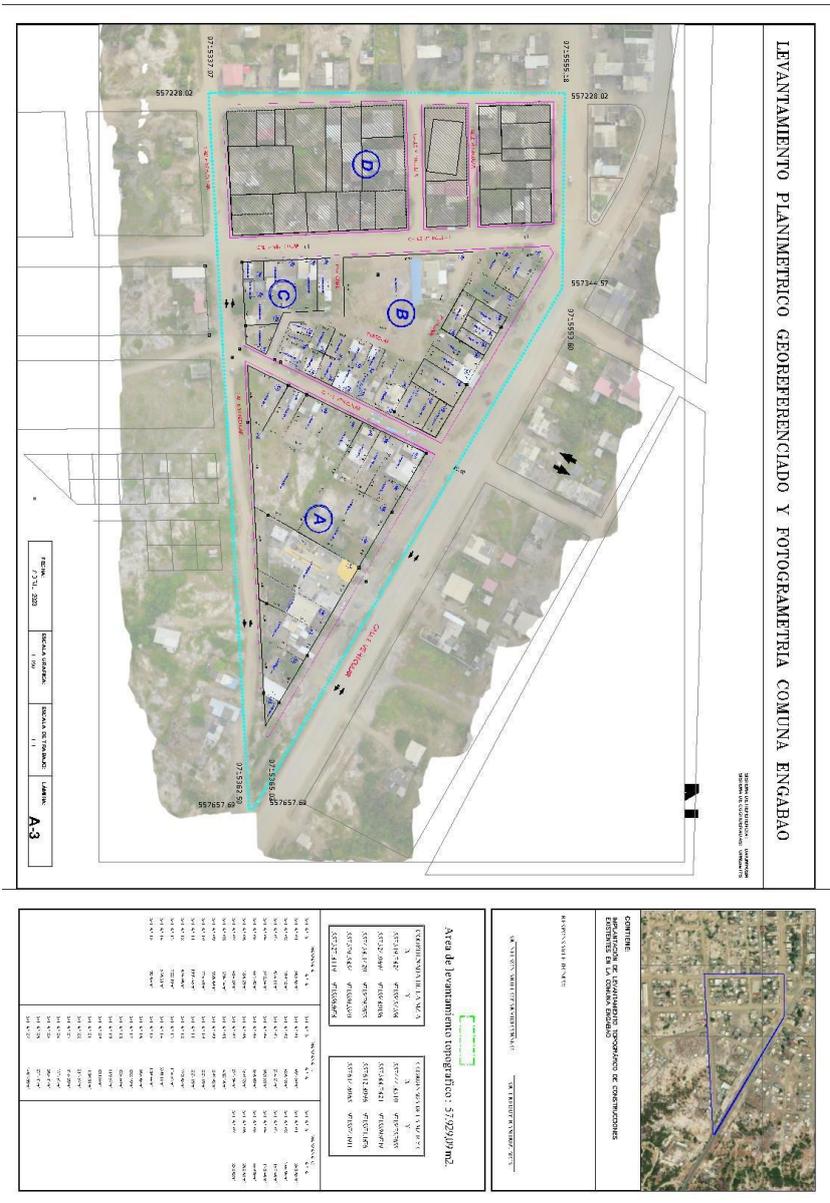
- Briceño Iragorry. Dialnet:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7863431>
- Gorbea, A. A. (2019). Medio siglo documentando el patrimonio arquitectónico con fotogrametría. *EGE REVISTA DE EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA EDIFICACIÓN*.
- Guzmán González, A. L., Reyes Chávez, S. M., & González Ochoa, I. (2020). *Evaluación del uso de UAV (Dron) en un levantamiento fotogramétrico y topográfico, con fines catastrales*. DSpace Repository:  
<https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/28074>
- Investigación Científica, Tecnología e Innovación. ULVR. (2022). *VII Congreso Científico Internacional INPIN 2022. Los nuevos escenarios de la ciencia*. Repositorio Digital ULVR: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/5820>
- Julca, N. R. (2019). *repositorio.ucv.edu.pe*.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12587>
- Lavayen Pachay, S. E., & Torres Luzarraga, E. M. (2021). *Diseño de un conjunto de mapas como líneas base para procesos de planificación turística en la comuna de Engabao intervenida por la Prefectura del Guayas*. Repositorio de ESPOL: <https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/53410>
- León, W. A. (2019). *El turismo comunitario en la comuna Engabao, cantón Playas, provincia del Guayas y su efecto en la población. Periodo 2013 - 2017*. Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil:  
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/40532/1/T-CASTRO%20LEON%20WILLIAM%20ANDRES.pdf>
- M.Zabala. (2018). *espe.edu.ec*.  
<https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/cienciaytecnologia/article/view/830>
- Marina Narváez, Raquel Raimundy. (2021). *Propuesta de un plan estratégico para el desarrollo de turismo rural en la comuna Engabao, provincia del Guayas*. Repositorio de ESPOL:  
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/53431/1/T-111507%20NARVAEZ%20-%20RAIMUNDY..pdf>
- Markoski, B., & Markoski, B. (2018). *Basic principles of topography*. Springer International Publishing.
- Marquez, F. (2017). *csis.es*. <https://digital.csic.es/handle/10261/20436>
- Martinez, L. S. (2018). *oa.upm.es*. <https://oa.upm.es/id/eprint/52223>

- Morales Alvarado, Y. P. (2021). *Aplicación de fotogrametría con dron para la actualización de los factores físicos del catastro urbano del distrito de Ticapampa - Recuay - Ancash - 2019*. Repositorio Institucional Digital : <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4486>
- Municipalidad de Playas. (20 de Octubre de 2021). *Socialización de actualización del catastro predial del cantón Playas*. Facebook: [https://www.facebook.com/Municipalidaddeplayas/videos/890365311580635/?\\_\\_tn\\_\\_=F](https://www.facebook.com/Municipalidaddeplayas/videos/890365311580635/?__tn__=F)
- Perea-Ardila, M., & Oviedo-Barrero, F. (2020). Batimetría derivada por satélite (sdb): una aproximación a la cartografía batimétrica con imágenes multiespectrales en aguas poco profundas de Bahía Solano, Colombia. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 12(1), 117-134.
- Pérez-Robalino, M., Pérez-Robalino, N., Fiallos-Ortega, E., Wampankit-Juank, N., & Cruz-Tobar, S. (2019). Sistemas de información geográfica en la parroquia Shuar Chiguaza, Morona Santiago. Una aproximación a la realidad actual. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 7(1), 3-17.
- Red de Investigación e Innovación Educativa, M. S. (1 de Diciembre de 2021). <https://www.adayapress.com/>.  
[https://www.academia.edu/download/91341243/Dialnet\\_Edunovatic2021ConferenceProceedings\\_858826.pdf#page=54](https://www.academia.edu/download/91341243/Dialnet_Edunovatic2021ConferenceProceedings_858826.pdf#page=54)
- Rimachi Arimuya, R. B. (2021). [repositorio.ucv.edu.pe](https://repositorio.ucv.edu.pe). 2022
- Ruiz, A. M. (2020). *Dialnet*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=261576>
- Santecchia, G., & Span, J. M. (2020). Técnicas de posicionamiento GNSS a la Ingeniería. *Mapping*. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/145982>
- Sedano Mateo, F. D. (2019). [repositorio.upn.edu.pe](https://repositorio.upn.edu.pe).  
<https://hdl.handle.net/11537/21067>
- Segura Bermeo, A. B. (2019). *Evaluar la capacidad de distribución de correcciones GNSS en tiempo real del Caster Nacional y Experimental basado en NTRIP*. DSpace ESPOCH: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/13630>
- Tello-Cifuentes, L., Aguirre-Sánchez, M., Díaz-Paz, J., & Hernández, F. (2021). Evaluación de daños en pavimento flexible usando fotogrametría terrestre y redes neuronales. *TecnoLógicas*, 24(50), 59-71.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-77992021000100059&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-77992021000100059&script=sci_arttext)

- Terán Limaico, E. J. (2022). *Análisis de los aspectos técnicos y económicos de los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK y NTRIP con fines catastrales en el casco urbano de la ciudad de Urcuquí*. Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte:  
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12654>
- Zabala, M. (2018). Implementación del caster experimental para la distribución de medidas de GPS en tiempo real a través de NTRIP. *Congreso de ciencia y tecnología ESPE*.
- Zambrano Párraga, M. X., & Carranza Calle, J. A. (2019). *Análisis de la actividad pesquera artesanal y su influencia en el desarrollo socioeconómico de la comuna de Engabao 2013-2017*. Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/38651>

# ANEXO

Ortofoto y levantamiento planimétrico.



Elaborado por: Oyarvide, N. y Ramírez, F. (2023).