



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

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

TEMA

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON
ESTACIÓN TOTAL Y LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO CON DRON**

TUTOR

MG. ING. CIVIL CARLOS LUIS VALERO FAJARDO

AUTORES

JUAN JOSÉ AGUIRRE CONTRERAS

KEVIN ALEXIS SEÑALIN MOROCHO

GUAYAQUIL

2023

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Análisis Comparativo Entre Un Levantamiento Topográfico Con Estación Total Y Levantamiento Fotogramétrico Con Dron

AUTOR/ES:

Aguirre Contreras Juan José
Señalin Morocho Kevin Alexis

REVISORES O TUTORES:

Mg. Ing. Civil Carlos Luis Valero Fajardo

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica VICENTE
ROCAFUERTE de Guayaquil

Grado obtenido:

Ingeniero Civil

FACULTAD:

Facultad de Ingeniería, Industria y
Construcción

CARRERA:

Ingeniería Civil

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2023

N. DE PAGS:

60

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción.

PALABRAS CLAVE: Topografía, Fotogrametría, Catastro, Geodesia, Cartografía.

RESUMEN: El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo comparar los resultados de levantamiento topográfico de un terreno tipo rural con estación total y levantamiento fotogramétrico con dron. El área de estudio fue la finca Villa Aventura, ubicada en la parroquia Casacay, cantón Pasaje, provincia de El Oro; que cuenta con un área aproximadamente de 6 hectáreas con fines de ocupación agrícola y turística. Se realizó el levantamiento de este terreno respondiendo a la problemática planteada sobre la falta de actualización de catastros en zonas rurales. Para el desarrollo del trabajo investigativo, previamente se realizó la localización de 5 puntos referenciales mediante

gps estacionario, el cual dio accesibilidad de inicio al método de calado directo en el caso del levantamiento con la estación total CX-105, mientras que para el dron Dji Phantom 4 Pro posibilitó la generación de un plan de vuelo óptimo para el levantamiento fotogramétrico. En base a esto, se presentó un comparativo no solo priorizado en la precisión de ambos métodos, sino también en el rendimiento y el costo para la elaboración de cada levantamiento planimétrico. En conclusión, con los 2 planos de levantamientos generados, se analizó y comparó los resultados de manera estadística, reflejando los defaces en precisión de la ortofoto sobre la estación total, los rendimientos de ambos métodos, ya que existió un contraste considerable en el tiempo utilizado con el dron tanto en campo como en oficina y, por último, que método resultó más económico mediante un presupuesto referencial.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Aguirre Contreras Juan José Señalin Morocho Kevin Alexis	Teléfono: 0980881670 0959932277	E-mail: jaguirrec@ulvr.edu.ec ksenalinm@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Mg. Milton Andrade Laborde (Decano) Teléfono: 042596500 Ext. 260 E-mail: mandradel@ulvr.edu.ec Mg. Alexis Wladimir Valle Benítez (Director de Carrera) Teléfono: 042596500 Ext. 242 E-mail: avalleb@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN LEVANTAMIENTO
TOPOGRÁFICO CON ESTACIÓN TOTAL Y
LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO CON DRON
por Luis Antonio & Elvis Johao Limones Zuñiga & Crespo Castro

Fecha de entrega: 31-ene-2023 12:40p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2003441485

Nombre del archivo: rte_Turnitin_SR._JUAN_AGUIRRE_Y_SR.KEVIN_SE_ALIN_30-01-2023.pdf (303.95K)

Total de palabras: 5770

Total de caracteres: 29475

INFORME DE ORIGINALIDAD			
8%	8%	0%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
FUENTES PRIMARIAS			
1	repositorio.utmachala.edu.ec Fuente de Internet		3%
2	docplayer.es Fuente de Internet		2%
3	Submitted to Universidad Técnica de Machala Trabajo del estudiante		1%
4	neuroquantology.com Fuente de Internet		1%
5	Submitted to Universidad Tecnológica Indoamerica Trabajo del estudiante		1%
6	www.gruasyaparejos.com Fuente de Internet		1%
Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 40 words
Excluir bibliografía	Activo		

Tutor:



Mg. Ing. Civil Carlos Luis Valero Fajardo
C.I. 0925766461

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados Juan José Aguirre Contreras y Kevin Alexis Señalín Morocho, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, Análisis comparativo entre un levantamiento topográfico con estación total y levantamiento fotogramétrico con dron, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

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

Autores



Firma:

JUAN JOSÉ AGUIRRE CONTRERAS

C.I. 0705432359



Firma:

KEVIN ALEXIS SEÑALIN MOROCHO

C.I. 0706965878

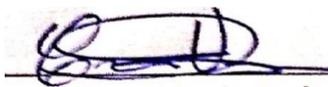
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación **ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACIÓN TOTAL Y LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO CON DRON**, 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 ENTRE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACIÓN TOTAL Y LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO CON DRON**, presentado por los estudiantes **SR. JUAN JOSÉ AGUIRRE CONTRERAS** y **SR. KEVIN ALEXIS SEÑALIN MOROCHO**, como requisito previo, para optar al Título de **INGENIERO CIVIL**, encontrándose apto para su sustentación.

Tutor:



Mg. Ing. Civil Carlos Luis Valero Fajardo
C.I. 0925766461

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a dios por proveerme salud y sabiduría en todo este proceso de formación académica.

Agradezco a mis padres, Ing. Roberto Aguirre Sánchez y Lcda. Nory Contreras Romero, por su arduo sacrificio y dedicación tanto económica como moralmente para alcanzar uno de mis sueños.

A mi tutor Ing. Carlos Valero, por la excelente dirección y asesoramiento con su amplio conocimiento y experiencia para la elaboración de este proyecto de titulación.

Por último, expreso mi gratitud a todo el personal docente de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, en especial a los maestros de la carrera de Ingeniería Civil por incentivar y sembrar sus conocimientos que fueron fundamentales para mi formación.

Juan José Aguirre Contreras.

Desde pequeño me inculcaron a dar las gracias por todo lo bueno y malo que ocurre en la vida, por ello en este trabajo doy las gracias a mis padres, Mg. Ing. Civil Luis Octavio Señalin Morales y Ing. Jenny Emperatriz Morocho Cornejo por darme ese apoyo fundamental para que nunca baje los brazos en el transcurso de mi formación como profesional para ser una persona de bien.

También me dirijo con un grato agradecimiento a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil por darme la oportunidad de estudiar en esta prestigiosa institución, a todo el personal académico y sobre todo a mi tutor el Mg. Carlos Valero que estuvo siempre guiándonos por el mejor camino para proyecto de titulación.

Kevin Alexis Señalin Morocho

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación se lo dedico a mi familia, Roberto Aguirre Sánchez, Nory Contreras Romero, Karol Aguirre Contreras, Roberto Aguirre Contreras y María Yagual Quimi, por su apoyo incondicional no solo en este proceso académico sino a lo largo de toda mi vida, son la razón por la que no desistí y mi motivo para seguir adelante.

Juan José Aguirre Contreras

Le dedico el resultado de este trabajo a mi familia. Principalmente a mis padres Luis Octavio Señalín Morales y Jenny Emperatriz Morocho Cornejo, por ser parte fundamental en mi vida tanto personal como académica y porque siempre me han acompañado en todo este tiempo de estudio, apoyándome e insistiéndome que todo esfuerzo tiene su recompensa.

Kevin Alexis Señalín Morocho

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	2
1.1 Tema	2
1.2 Planteamiento Del Problema.....	2
1.3 Formulación Del Problema	3
1.4 Objetivo General.....	5
1.5 Objetivos Específicos	5
1.6 Hipótesis	5
1.7 Línea De Investigación	6
CAPITULO II.....	7
2.1 Marco Teórico	7
2.1.1 Topografía.....	7
2.1.2 Levantamiento Topográfico	7
2.1.3 Tipos De Levantamiento Topográfico.....	7
2.1.4 Estación Total electrónica.....	8
2.1.5 Uav Para Topografía	8
2.1.6 Fotogrametría.....	8
2.1.7 Plan De Vuelo	8
2.1.8 Reconocimiento Del Terreno	9
2.1.9 Levantamientos Catastrales.....	9
2.1.10 Planimetría	9
2.1.11 Curvas De Nivel.....	9
2.1.12 Muestro No Probabilístico	9
2.2 Marco Legal.....	10
2.2.1. Constitución Del Ecuador.	10
2.2.2. Ley Orgánica De Ordenamiento Territorial, Uso Y Gestión De Suelo (Ley S/N) República Del Ecuador Asamblea Nacional Oficio No. San-2016-1196 Quito, 30 De Junio De 2016.	10
2.2.3. Norma Técnica Ecuatoriana Nte Inen 2873 2015-04	11
2.2.4. LEY DE CARTOGRAFIA NACIONAL.....	12
CAPÍTULO III	13
Metodología De La Investigación.....	13
3.1 Enfoque De La Investigación: (Cuantitativo, Cualitativo O Mixto)	13
3.2 Alcance De La Investigación: (Exploratorio, Descriptivo O Correlacional).....	13
3.3 Técnica E Instrumentos Para Obtener Los Datos:.....	13
3.4. Población Y Muestra.	14
3.5 Análisis De Métodos: Levantamiento Con Estación Total y Fotogrametría Con Dron.....	14
3.5.1 Instrumentos Utilizados En El Levantamiento Con Estación Total:	14
3.5.2 Instrumentos Utilizados En El Levantamiento Fotogramétrico:	15
3.6 Presentación Y Análisis De Resultados	15

3.6.1 Precisión.....	16
3.6.2 Rendimiento.....	18
3.6.3 Costos	19
3.7 Conclusiones.....	23
3.8 Recomendaciones	25
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	6
Línea de investigación.....	6
Tabla 2.....	19
Presupuesto referencial.....	19
Tabla 3.....	20
Análisis de precios unitarios de levantamiento con estación total.....	20
Tabla 4.....	21
Análisis de precio unitario de levantamiento fotogramétrico con dron.....	21
Tabla 5.....	32
Puntos de control georreferenciados con GPS estacionario.....	32
Tabla 6.....	33
Puntos tomados por la estación total.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	16
Comparación de precisión del cálculo de área con estación total y dron.....	16
Figura 2.....	17
Comparación de precisión en la longitud de vía de ingreso de la finca Villa Ventura.....	17
Figura 3.....	18
Comparación de precisión en la longitud entre los puntos de control PC-1 y PC-2 de la finca Villa Ventura.....	18
Figura 4.....	19
Comparación del tiempo empleado en realizar ambos métodos topográficos.....	19

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.....	30
Plano de levantamiento.....	30
Anexo 2.....	31
Imagen del levantamiento con fotogrametría.....	31
Anexo 3.....	32
Distancia entre puntos control PC-1 y PC-2.....	32
Anexo 4.....	47
Levantamiento mediante estación total.....	47
Anexo 5.....	48
Revisando coordenadas para puntos de cambio.....	48
Anexo 6.....	49
Manipulación del control remoto para el plan de vuelo del dron.....	49

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de investigación se realizará un análisis comparativo entre dos métodos de levantamiento topográfico, con estación total y fotogrametría con dron, donde se escogió como área de estudio la finca Villa Aventura en la parroquia Casacay, cantón Pasaje, provincia de El Oro que se mantiene con problemas de predios e invasiones, que al no tener actualizados la documentación de los terrenos frecuente conflictos entre propietarios, planteando como objetivo comparar los resultados de medición obtenidos entre los dos métodos al realizar la actualización del catastro.

Además, se determinará de forma conceptual los métodos de levantamiento topográfico tanto de la estación total como del dron detallando así cada uno de sus procesos incluyendo la normativa legal ecuatoriana en la que se rigen. Dando un mayor entendimiento a los procesos de cada equipo para estos trabajos y demostrando el rendimiento que se obtiene en cada uno.

Por último, se realizará un comparativo en base al procedimiento estadístico para representar los resultados de manera porcentual en tres diferentes ámbitos como son la precisión, el rendimiento y los costos de los dos levantamientos, para comprobar así cual método presenta una mejor productividad y factibilidad en relación con trabajos planimétricos similares.

CAPITULO I

1.1 Tema

Análisis comparativo entre un levantamiento topográfico con estación total y levantamiento fotogramétrico con dron.

1.2 Planteamiento Del Problema

En la actualidad, uno de los mayores problemas en el ámbito topográfico es la falta de actualización de catastro en las zonas rurales ocasionando discrepancia entre propietarios de los diferentes terrenos.

Debido a que es común que los datos sobre las parcelas no estén actualizados o haya diferentes variaciones en las cifras del Catastro y el Registro de la Propiedad originando todo tipo de conflictos como cambios en los linderos y en las áreas de los terrenos entre los diferentes dueños de la zona.

De esta forma, surgen las mediciones de solares mediante levantamientos topográficos para actualizar los datos y tener un cálculo fiable e independiente con el uso de métodos con estación total o tecnológicos como el uso de la fotogrametría. Mediante la topografía es posible solucionar este tipo de problemas y solventar las diferencias en los datos entre los distintos predios que hay sobre las superficies.

En el cantón Pasaje, provincia de El Oro, se ha identificado una zona rural que se mantienen con problemas de predios, áreas e invasiones que al no tener renovaciones de terrenos conlleva a frecuentar este tipo de situaciones como la falta de regularización y de posesión efectiva por los propietarios; además de dificultarse la venta y adquisición de estos.

La parroquia Casacay es la zona que presenta en mayor grado esta problemática, por lo cual la finca Villa Aventura será nuestra zona de estudio para realizar el comparativo de los dos diferentes levantamientos topográficos que presenta un terreno de aproximadamente 6 hectáreas, con fines de actividad turística.

El levantamiento con estación total si bien es cierto es el más utilizado en el ámbito del planeamiento de construcción civil, ya que cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica, que combina un teodolito electrónico, un distanciómetro y un microprocesador que

permite una recolección de datos e información de distancias horizontales, geométrica, desnivel entre puntos, pendientes en porcentaje, cálculos de coordenadas cartesianas X, Y, Z y medición de ángulos verticales y horizontales. Adicional a esto, permite llevar los datos ya mencionados a un computador por medio de programas específicos para completar los trabajos y estudios previos.

La accesibilidad a las ubicaciones de los terrenos de zonas rurales juega un papel muy importante, ya que de eso depende el factor tiempo que es indispensable en el ámbito laboral, por ello acceder a zonas que presentar relieve y desniveles montañosos resulta complicado para los equipos topográficos como la estación total, he incluso se dificulta el acceso para el cuerpo técnico y los mismos propietarios. Esto no solamente representa un riesgo para la manipulación de los equipos, sino también para la precisión de los datos tomados en dichos lugares en los que se requiere un levantamiento de terreno.

Por otro lado, el uso de drones contribuye al avance urbanístico, tanto en la parte urbana como rural, con ello la fotogrametría complementa estos avances tecnológicos, ya que proporciona datos reales de los lugares de estudio para una correcto funcionamiento y regularización de los predios del estado y de los espacios particulares. (SILVA, LUDWIG, & MATTEDI, 2020).

La fotogrametría, en el ámbito topográfico, ocupa un lugar clave cuando se trata de lugares de difícil acceso, siendo esta una ciencia y tecnología cuya finalidad tiende a adquirir información calculable mediante múltiples fotografías de alta calidad de objetos tangibles.

Por lo tanto, “la adquisición y el procesamiento de imágenes de satélites digitales proporcionan un mapeo a una gran escala del área de estudio permitiendo un gran detalle de apreciación de la misma”. (Morales, Martínez, Trujillo, Salas, 2018, p. 63).

Una comparación de estos dos métodos representa un margen de confiabilidad de usar uno u otro mostrando las limitaciones de cada uno de ellos. En este caso, se ha escogido para el cálculo de área y medición de un terreno ubicado en una zona rural, motivo por el cual se consideró realizar un estudio comparativo de ambos levantamientos para ver cómo las imágenes de los drones serán útiles para visualizar las diferencias con la topografía tradicional.

1.3 Formulación Del Problema

Se realizó un análisis comparativo, por medio de la recolección de datos de ambos métodos de levantamiento topográfico en un área de estudio de aproximadamente 6 hectáreas de una zona

rural, ubicada en la parroquia Casacay del cantón Pasaje, Provincia de El Oro, con la utilización de métodos con estación total y fotogrametría con dron.

La selección del lugar se basa por la presencia de un terreno irregular dando un grado de complejidad mayor al momento de realizar el levantamiento topográfico con el dron, ya que la parroquia Casacay se encuentra en la parte alta de la provincia de El Oro y, por ende, sus vientos viajan con una velocidad mayor a relación a una zona baja de la misma provincia.

Este es un factor muy importante para considerar en la obtención de resultados, específicamente en su precisión, por la calidad del equipo y el lente óptico determinará su factibilidad en estas condiciones climáticas e irregulares.

En estos tiempos, el método de la estación total aún se lleva a cabo por los profesionales que siguen la rama de la Topografía. Sin embargo, los tiempos van cambiando y la tecnología avanza, es por ello que siempre uno como profesional tiene que ver nuevos métodos de trabajo, como por ejemplo el uso de los vehículos aéreos no tripulados (VANT) que son drones que realizan un trabajo en 3 dimensiones del área del terreno y trabajar con este equipo genera miles de puntos con mucha precisión y múltiples fotografías aéreas de alta calidad. (Torres, Y. J. Lalangui Jaramillo and B. A. Zárate, 2020).

“La efectividad y la precisión que proporciona la implementación del uso de drones en diversas disciplinas aumentó considerablemente la demanda de ellos”, (OguzAltunel, 2019).

Dentro del campo de la Ingeniería Civil, se hace necesario e imprescindible el uso y la forma de obtener los datos de medición porque se demuestra el contraste al momento de ejecutar y optimizar el trabajo con relación a otros instrumentos topográficos.

El uso de la fotogrametría tiene mayor impacto a nivel de medición en zonas rurales donde existe mayor producción agrícola y turística. No obstante, disponer de esta tecnología requiere de mayor inversión económica, que optar por la estación total.

Este proyecto de investigación estima comparar los resultados obtenidos de una forma cuantitativa, una vez tomadas las mediciones del terreno. Dichas comparaciones se basarán en la precisión y la exactitud de ambos equipos, el costo que tendrá su utilización, el tiempo que generará en culminar el trabajo de la zona de estudio y el modo de factibilidad de uso.

La tecnología es parte de la evolución y de los avances para cada una de las ramas del conocimiento, pero no por eso el Topógrafo será remplazado por más que avance los equipos topográficos de inteligencia artificial manipulados por los profesionales, siempre se necesitará de la topografía tradicional para la conclusión de un trabajo viable, pero lo que se busca es garantizar y evidenciar entre estos dos métodos: el tiempo, costo y factibilidad de uso de los aparatos y técnicas para la culminación de un trabajo.

1.4 Objetivo General

- Comparar los resultados de medición del levantamiento topográfico con estación total y el levantamiento fotogramétrico con dron de la finca Villa Ventura ubicada en un terreno tipo rural en la parroquia Casacay, cantón Pasaje, provincia de El Oro.

1.5 Objetivos Específicos

- Determinar de forma conceptual los métodos de un levantamiento topográfico por medio del uso de Estación total y dron.
- Describir las diferencias del método de levantamiento topográfico por Estación total y fotogrametría en un terreno ubicado en una zona rural en la parroquia Casacay, cantón Pasaje, provincia de El Oro.
- Demostrar cuantitativamente los resultados obtenidos de ambos levantamientos topográficos y representar porcentualmente su margen de error.

1.6 Hipótesis

El levantamiento con estación total presenta un mejor rendimiento, en un ámbito de precisión, tiempo, y costos ante el levantamiento fotogramétrico con dron en relación con trabajos planimétricos.

1.7 Línea De Investigación

Tabla 1: *Línea de investigación*

LINEA DE INVESTIGACIÓN		
DOMINIO	LINEA INSTITUCIONAL	LINEA DE FACULTAD
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción amigable, desarrollo renovables.	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción. eco-industria y energías	Territorio.

Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil (2023)

Elaborado por: (Aguirre Juan & Señalín Kevin, 2023)

CAPITULO II

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Topografía

La topografía desarrolla diferentes técnicas para trabajar en el campo, estos sistemas de cálculo o desarrollos que se realizan, luego se los representan en un plano topográfico a escala. Es decir que “La topografía es una ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones relativas de los puntos sobre la superficie de la tierra y debajo de la misma, mediante la combinación de las medidas según los tres elementos del espacio: distancia, elevación y dirección.” (Pérez, 2010, p.35). Es también el trabajo en conjunto de varios métodos que se encargan de colocar la posición de los puntos sobre la superficie terrestre.

2.1.2 Levantamiento Topográfico

Según (Pérez, 2010) un levantamiento topográfico es técnicamente la medición de los terrenos correspondientes a la representación en un plano, el trabajo que se hace en el área de estudio o de trabajo se lo elabora en oficina para realizar el plano a escala. Hay varias técnicas de topografía como la plana, la geodesia y la fotogrametría. Estas al fin y al cabo tienen el mismo fin, pero se diferencian en la exactitud y volumen y por ende en los métodos aplicados.

2.1.3 Tipos De Levantamiento Topográfico

En la actualidad hay varios tipos de levantamiento topográfico pero los más utilizados por los ingenieros civiles son con la estación total y con GPS.

El levantamiento por estación total tiene una característica muy accesible debido a que realiza varias funciones de diferentes equipos en uno solo, tales como: teodolito electrónico, una cinta métrica y un microprocesador que ejecuta los cálculos primordiales para así obtener las coordenadas rectangulares de los diferentes puntos del terreno. (Hernández, Camargo, Reyes, Peña, 2020)

Por otro lado, el levantamiento con un sistema de posicionamiento global (GPS) está integrado por tres implementos fundamentales que es el hardware, el software y el componente tecnológico que es el más importante entre ellos. El GPS es la parte del hardware que se encarga de recibir las señales satelitales en donde se encuentren posicionados los puntos que se desea determinar con el levantamiento. (Pachás, 2009)

2.1.4 Estación Total electrónica

Según (Calero, Monge, Melgar, 2019) la estación total electrónica es un instrumento electroóptico empleado muchas veces en trabajo de topografía. Es un instrumento tradicional para un levantamiento topográfico, es un equipo que tiene una memoria interna donde nos permite guardar la información sacada de las coordenadas de referencia de un trabajo topográfico, también una característica importante es que puede medir ángulos horizontales en ambos sentidos y ángulos verticales.

2.1.5 Uav Para Topografía

Los UAV son aparatos voladores como aeronaves pero que no pueden ser tripuladas, “es decir controlada por control remoto, donde sigue una ruta programada para volar toda el área de trabajo, está dotada de una potente cámara fotográfica donde captura las imágenes por un intervalo de tiempo ya establecido.” (Sedano, 2019, p.18). A donde al realizar una planificación de vuelo es muy importante tener en cuenta diferentes factores que pueden empobrecer el trabajo como la ubicación o también pueden ser las condiciones climáticas, tomando en cuenta esto para poder hacer un vuelo sin problemas.

2.1.6 Fotogrametría

“La fotogrametría tradicional requiere que las imágenes adquiridas tengan posiciones y ángulos de incidencia conocidos.” (Gómez, Galán, González, Sacristán, Marín, 2021, p. 2). Este sistema de captura de imágenes e información facilita el desarrollo de los sistemas de medición. De esta manera la ejecución de estos equipos que son pilotados por un operados a control remoto a permitido inspeccionar cada detalle desde el aire ya sea estructuras o terrenos con un grado de precisión aceptable.

2.1.7 Plan De Vuelo

Es la etapa del proyecto donde se realiza un estudio previo a volar el dron para que así se consiga el vuelo de una manera correcta y sin problemas obteniendo una fotogrametría que cumpla todos los requisitos de cubrimiento y traslape. Se debe también calibrar el GPS para que reconozca el terreno previamente al vuelo y calibrar el lente de la cámara del dron. A partir de eso se carga un software para realizar la ruta que va a seguir el dron y proceda a tomar las fotos seguido de las líneas. (Ortiz, 2019)

2.1.8 Reconocimiento Del Terreno

El reconocimiento del terreno se basa en delimitar todo el terreno de estudio, ubicarse en tiempo y espacio en el lugar para poder ver por donde es más factible empezar a trabajar el levantamiento, es muy importante acudir al sitio en las primeras horas del día, aprovechando la luz para poder tener un mejor rendimiento en el levantamiento. “Para realizar una poligonal sencilla, pero que nos servirá para tener una referencia de puntos y poligonales sobre cuales se trabajará.” (Eduardo C. M., 2008)

2.1.9 Levantamientos Catastrales

Existen 2 métodos que se basan para hacer un levantamiento catastral, uno directo que se encarga del aspecto urbano y el indirecto el rural. Estos trabajos tienen una relación que es la obtención de datos en campo, continuamente su ejecución mediante softwares y por último su validación frente a la población. (González, Chávez, Ochoa, 2018)

2.1.10 Planimetría

En la planimetría se la realiza con medidas y ángulos verticales y/o horizontales, con estos resultados se pretende obtener el área en una figura trigonométrica lo cual es la presentación superficial en un plano. En algunos trabajos relacionados a la cartografía se los realiza para cubrir errores causados por la curvatura de la tierra. (Condori W., Condori E., 2021)

2.1.11 Curvas De Nivel

Las curvas de nivel nos representan una serie de cortes en una superficie de la tierra por medio de una agrupación de planos entre sí, distanciados de uno a otro. Cada uno de los planos corta al terreno formando un esquema lleno de curvas de nivel y nos representa la sección buscada. Una especificación importante es que las curvas de nivel son acumuladas en las pendientes que tienes mucho desnivel y están más espaciadas en las pendientes más suaves. (López, Álvarez, Sánchez, Jiménez, Pérez, Hernández, 2022).

2.1.12 Muestro No Probabilístico

Es el tipo de muestra que no depende mucho de la probabilidad, sino que se prioriza las condiciones que permiten hacer el muestreo. Son selecciones informales que no aseguran un total de la población. Esto quiere decir que no es posible hacer el cálculo verdadero de la estimación. Las muestras no probabilísticas son un tipo de muestro un tanto recomendado, aunque de tilden de

rigurosas o carecen de bases teóricas, esto se suele usar mucho cuando se hacen un estudio de una población heterogénea muy específicos y con determinadas características. (Del Carmen, 2019)

2.2 Marco Legal

2.2.1. Constitución Del Ecuador.

La constitución de la Republica del Ecuador (2008), menciona que en el: “Capítulo cuarto Régimen de competencias. Art. 264.-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”.

2.2.2. Ley Orgánica De Ordenamiento Territorial, Uso Y Gestión De Suelo (Ley S/N) República Del Ecuador Asamblea Nacional Oficio No. San-2016-1196 Quito, 30 De Junio De 2016.

Art. 19.- Suelo rural. - El suelo rural es el destinado principalmente a actividades agroproductivas, extractivas o forestales, o el que por sus especiales características biofísicas o geográficas debe ser protegido o reservado para futuros usos urbanos. Para el suelo rural se establece la siguiente subclasificación:

1. Suelo rural de producción. Es el suelo rural destinado a actividades agroproductivas, acuícolas, ganaderas, forestales y de aprovechamiento turístico, respetuosas del ambiente. Consecuentemente, se encuentra restringida la construcción y el fraccionamiento.
2. Suelo rural para aprovechamiento extractivo. Es el suelo rural destinado por la autoridad competente, de conformidad con la legislación vigente, para actividades extractivas de recursos naturales no renovables, garantizando los derechos de naturaleza.
3. Suelo rural de expansión urbana. Es el suelo rural que podrá ser habilitado para su uso urbano de conformidad con el plan de uso y gestión de suelo. El suelo rural de expansión urbana será siempre colindante con el suelo urbano del cantón o distrito metropolitano, a excepción de los casos especiales que se definan en la normativa secundaria.

La determinación del suelo rural de expansión urbana se realizará en función de las previsiones de crecimiento demográfico, productivo y socioeconómico del cantón o distrito metropolitano, y se ajustará a la viabilidad de la dotación de los sistemas públicos de soporte definidos en el plan

de uso y gestión de suelo, así como a las políticas de protección del suelo rural establecidas por la autoridad agraria o ambiental nacional competente.

Con el fin de garantizar la soberanía alimentaria, no se definirá como suelo urbano o rural de expansión urbana aquel que sea identificado como de alto valor agroproductivas por parte de la autoridad agraria nacional, salvo que exista una autorización expresa de la misma.

Los procedimientos para la transformación del suelo rural a suelo urbano o rural de expansión urbana observarán de forma obligatoria lo establecido en esta Ley.

Queda prohibida la urbanización en predios colindantes a la red vial estatal, regional o provincial, sin previa autorización del nivel de gobierno responsable de la vía. (Barrezueta, 2016)

2.2.3. Norma Técnica Ecuatoriana Nte Inen 2873 2015-04

4.11 Levantamiento topográfico. Determinación sistemática y descripción de la posición de características naturales o hechas por el hombre sobre la superficie del suelo. (Normalización, 2015)

4.16 Nivel de calidad C (NC – C). Indica que la información se obtuvo mediante la inspección y marcación de elementos superficiales visibles de los servicios básicos o infraestructura subterránea, el levantamiento topográfico georreferenciado de dichos elementos (o verificar la exactitud y completitud del levantamiento topográfico georreferenciado realizado por otros), la representación de los elementos superficiales y la utilización del criterio profesional al correlacionar tal información con la información NC – D. El nivel de calidad C se crea a partir de la información del nivel de calidad D al añadir un levantamiento topográfico georreferenciado de detalle independiente de los elementos superficiales referentes a servicios básicos o infraestructura subterránea incluyendo, pero no limitando a hidrantes, válvulas, cabinas de control y tapas de pozos de revisión. El criterio profesional se utiliza para correlacionar los datos de NC – D con las características levantadas en la topografía georreferenciada, lo que aumenta la fiabilidad de la ubicación del servicio básico y la existencia del mismo. (Normalización, 2015)

Topografía

- a) Realizar un levantamiento topográfico georreferenciado de los elementos superficiales o las instalaciones correspondientes a los servicios básicos o infraestructura subterránea, si tales elementos no fueron registrados en el levantamiento inicial. De haberse realizado el

levantamiento topográfico con anticipación, revise los datos topográficos para verificar si son exactos y están completos.

- b) El levantamiento topográfico georreferenciado podría incluir también (adicionalmente a los elementos de los servicios básicos o infraestructura subterránea visibles en la superficie del suelo): la determinación de las dimensiones de cualquier pozo, caja de revisión o bóveda; bocetos indicando las dimensiones interiores y las conexiones de las líneas de dichos pozos o bóvedas; cualquier marca superficial que denote los servicios básicos o infraestructura subterránea, proporcionados por los propietarios de las existencias para fines de diseño. (Normalización, 2015)

2.2.4. LEY DE CARTOGRAFIA NACIONAL

Art. 1.- 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. (Nacional, 2009)

Art. 7.- Los trabajos cartográficos y geográficos que comprenda los límites internacionales del país, que requieran de labores conjuntas entre técnicos de los Estados Limítrofes, serán motivo de suscripción de Convenios Especiales debiendo intervenir por parte del Ecuador, los Ministerios de Relaciones Exteriores y de Defensa Nacional. (Nacional, 2009)

Art. 19.- El Instituto Geográfico Militar, autorizará a personas naturales que posean título de Ingeniero Geógrafo, o a las personas jurídicas que tengan entre sus integrantes uno o más ingenieros de la misma especialidad, la realización de trabajos cartográficos, de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento a esta Ley. (Nacional, 2009).

CAPÍTULO III

Metodología De La Investigación

3.1 Enfoque De La Investigación: (Cuantitativo, Cualitativo O Mixto)

El enfoque utilizado en este proyecto de investigación es cuantitativo, ya que la finalidad es realizar una comparación entre ambos métodos topográficos en base a procedimientos estadísticos y expresar sus resultados de manera porcentual.

3.2 Alcance De La Investigación: (Exploratorio, Descriptivo O Correlacional)

El alcance de esta investigación es correlacional, debido a que se realiza una comparación de dos métodos topográficos con la finalidad de conocer la relación y la diferencia que existe en un margen de precisión, tiempo y costo sobre los resultados de medición que presente el terreno tipo rural, de la finca Villa Aventura, ubicada en la parroquia Casacay, cantón pasaje, provincia de El Oro.

3.3 Técnica E Instrumentos Para Obtener Los Datos:

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se realizó una técnica de estudio comparativo de dos metodologías topográficas. Para el primero se empleó la estación total CX-105, que una de sus funciones es levantar terrenos por medio de distancias entre puntos y que presentan una excelente característica para un trabajo planimétrico netamente convencional.

El otro instrumento que se analizó es el dron, que, con el aprovechamiento de su cámara de alta resolución y su gran movilidad de desplazamiento en el aire a una altura determinada permite tomar una serie de fotos de gran calidad sobre el área de estudio y así por medio de un software generar una ortofoto que al juntarla con los puntos de control georreferenciados nos permitió realizar el levantamiento de la finca Villa Aventura.

A través de estos y con diferentes procedimientos, se obtuvo y recolectó información de ambos levantamientos topográficos con datos cuantificables, puesto que se determinó datos reales que dependerán única y exclusivamente de la precisión de cada uno de los equipos e instrumentos con los que se realiza este trabajo en la zona rural escogida.

3.4. Población Y Muestra.

La zona de trabajo donde se realizó el levantamiento topográfico y catastral está ubicado en el cantón Pasaje que de acuerdo con el (GAD-PASAJE, 2019) con una muestra no probabilística de dicho cantón, el territorio total geográficamente es de 45.635 hectáreas lo cual representa un 2.12% al área urbana y el 97,88% al área rural de acuerdo con su administración. La parroquia Casacay tiene un área de 6.041 hectáreas que representa el 3.37% de todo el cantón.

Por ende, este proyecto de investigación se enfocó en esta zona rural y como muestra de estudio tomamos como grado de importancia aproximadamente de 6 a 10 hectáreas en la finca Villa Aventura que requería de una actualización de catastro rural.

3.5 Análisis De Métodos: Levantamiento Con Estación Total y Fotogrametría Con Dron

Para realizar un análisis comparativo, como ya se mencionó, todo se basa en la precisión de los equipos topográficos empleados por cada uno de los levantamientos, por lo cual para aumentar la exactitud de precisión y reconocer el desfase y la diferencia que existe entre los dos.

Se planteó comenzar con puntos en común para ambos métodos, los cuales serán puntos de control georreferenciados y ubicados de forma estratégica, para tener una óptima cobertura del área que se quiere levantar.

Dichos puntos son unos platicos de 50x50cm, con colores rojo y blanco, los cuales generan puntos que se lo pueden reconocer fácilmente, ya sea con la estación total o con la fotogrametría con el uso del dron.

El primer método topográfico de levantamiento planimétrico con el que se empezó es el de estación total para el cual se utilizó los siguientes instrumentos:

3.5.1 Instrumentos Utilizados En El Levantamiento Con Estación Total:

- Trípode.
- Estación total Sokkia CX-105.
- Jalón.
- Prisma.
- Radios para comunicación.
- Estacas.

Este método es muy conocido dentro de la ingeniería y la topografía, ya que, funciona en base a diferentes procedimientos, como: trisección, polígono cerrado, o como en este caso, contando con puntos fijos ya previamente georreferenciados, con los cuales podemos orientar y calar el equipo topográfico respectivamente, para comenzar a medir puntos del lindero del predio con ayuda del prisma, el cual recibe una onda electromagnética enviada desde la estación total.

El segundo método es mediante un levantamiento fotogramétrico, para el cual se utilizó los siguientes instrumentos:

3.5.2 Instrumentos Utilizados En El Levantamiento Fotogramétrico:

- Drone DJI Phantom 4 Pro.
- GPS.
- Platicos de 50cmx50cm de color blanco y rojo para puntos de control.

Este método cuenta con dos partes, la primera se basa en un recorrido visual previo, con el objetivo de tener una observación panorámica de toda el área de estudio, y plantearse cuáles son las dificultades que se pueden presentar para así optar por soluciones optimas, como por ejemplo si no hay obstáculos en los que el dron podría sufrir algún choque y con ello poder definir los metros necesarios en las que el dron se elevara para realizar el trabajo, o también saber si las condiciones climáticas son las correctas para un mejor funcionamiento y mayor calidad de imagen.

La segunda parte es realizar el levantamiento topográfico, mediante un plan de vuelo en la que se rige el dron para sobrevolar el área de estudio, en el cual se realiza una toma de fotos secuenciales georreferenciadas, las cuales se traslapan con un porcentaje del 85% para lograr obtener la ortofoto por medio de un software. Cabe mencionar que se genera la ruta de vuelo del dron DJI Phantom 4 pro en un software que permite visualizar la forma en la que este se desplaza en el aire, para cubrir toda el área de la finca Villa Aventura y en qué tiempo estimado lo realiza, esto significa que el UAV vuela siguiendo una ruta previamente programada y cargada desde un ordenador.

3.6 Presentación Y Análisis De Resultados

En base a los resultados de medición obtenidos por medio de ambos métodos topográficos del terreno tito rural ubicado en la parroquia Casacay, se arrancó el análisis comparativo con el plano

generado con el levantamiento con estación total (revisar figura 5) y el plano del levantamiento fotogramétrico con dron obtenido por medio de la ortofoto (revisar figura 6).

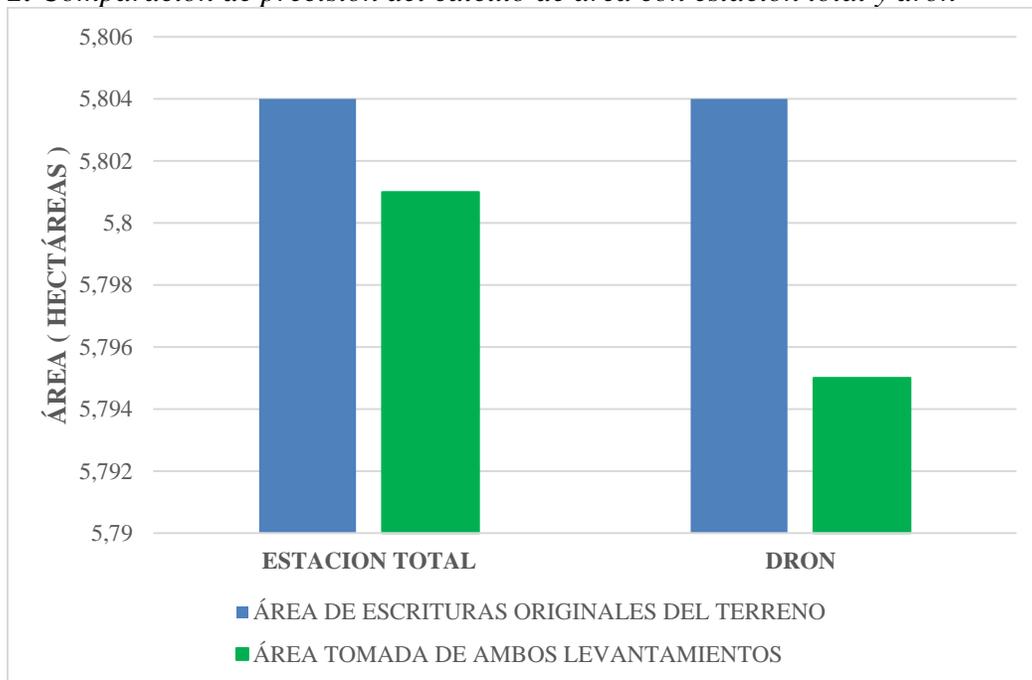
Por ello, la interpretación de resultados de este proyecto de investigación se dividió en 3 ámbitos como precisión, rendimiento y costos para un comparativo óptimo entre los dos levantamientos topográficos.

3.6.1 Precisión

Se comparó ambos métodos en 3 puntos, con lo cual se encontró diferentes desfases en cuestión de precisión:

El primer punto en el que se realizó el comparativo fue en el área obtenida de la finca Villa Ventura la cual consta de un área de 5,804 hectáreas en las escrituras del terreno y se encontró una diferencia de área de 60,4 m² entre ambos métodos de levantamiento topográfico, ya que se calculó con el levantamiento con estación total un área de 5,801 hectáreas y con el levantamiento fotogramétrico con dron un área de 5,795 hectáreas, existiendo un desfase de precisión de 0,05% para el levantamiento con estación total y 0,16% para el levantamiento con dron.

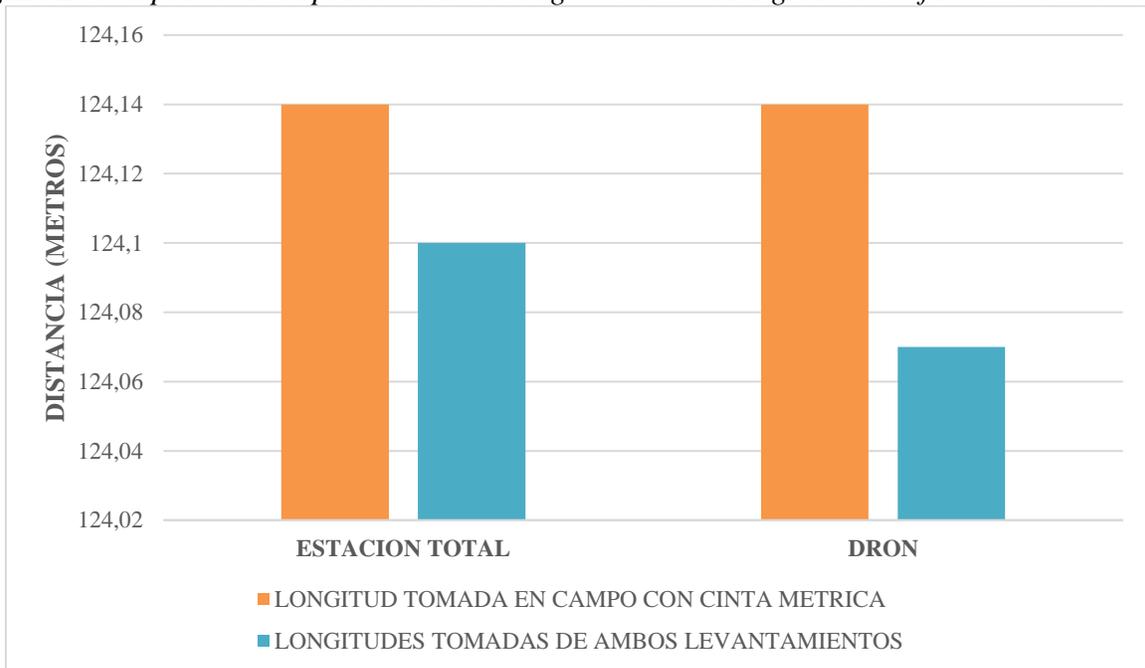
Figura 1: Comparación de precisión del cálculo de área con estación total y dron



Elaborado por: (Aguirre Juan & Señalin Kevin, 2023)

El segundo punto que se comparo fue la longitud de la vía de ingreso a la finca Villa Ventura, para ello se realizó la medición con cinta métrica en campo obteniendo una longitud total de 124,14 metros lineales, mientras que en el levantamiento con estación total se adquirió una distancia de 124,07 metros, reflejando un error de más menos 7 centímetros. Por otro lado, en el levantamiento fotogramétrico dio como resultado una longitud de 124,02 metros, consiguiendo un error de más menos 12 centímetros. Para este punto segundo punto existe un desfase de precisión de 0% para el levantamiento con estación total y 0% para el levantamiento con dron.

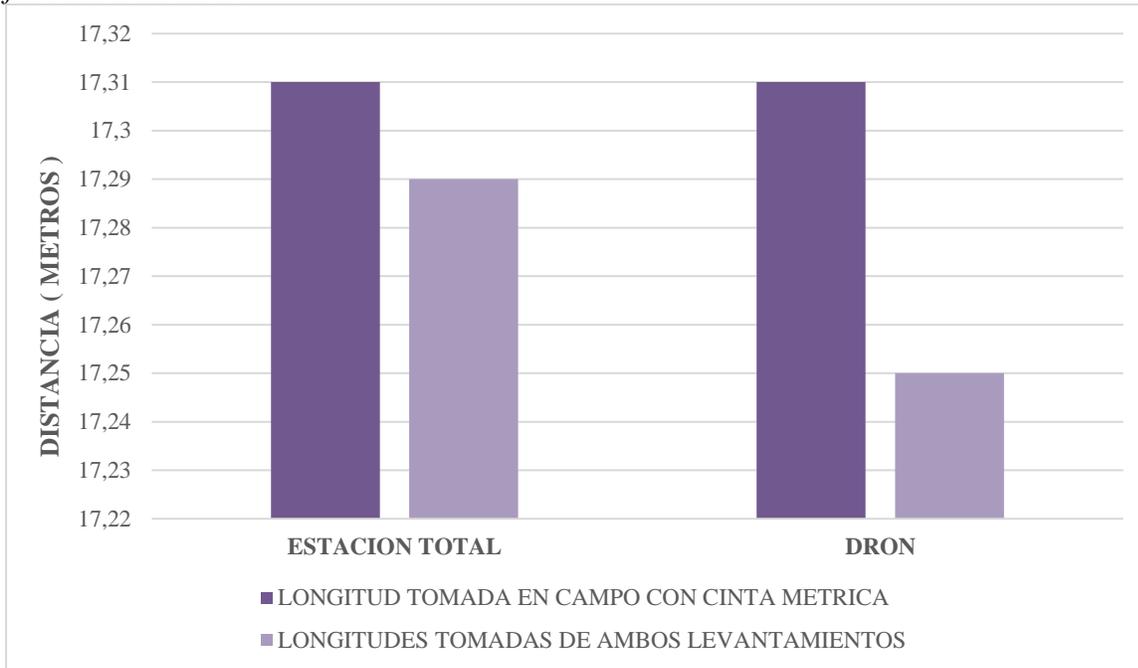
Figura 2: Comparación de precisión en la longitud de vía de ingreso de la finca Villa Ventura



Elaborado por: (Aguirre Juan & Señalin Kevin, 2023)

El tercer punto que se analizó es la distancia que hay entre los puntos de control 1 (PC-1) y el punto de control 2 (PC-2), la cual tiene una distancia en campo de 17,31 metros; con el levantamiento con estación total tenemos una distancia entre puntos de control de 17,29 metros, con un error de más menos 2 centímetros y con el levantamiento fotogramétrico una medida de 17,25 centímetros, dando como resultado un error de más menos de 6 centímetros. Por consiguiente, para este tercer punto tenemos un desfase de precisión de 0,12% para el levantamiento con estación total y 0,35% para el levantamiento con dron.

Figura 3: Comparación de precisión en la longitud entre los puntos de control PC-1 y PC-2 de la finca Villa Ventura



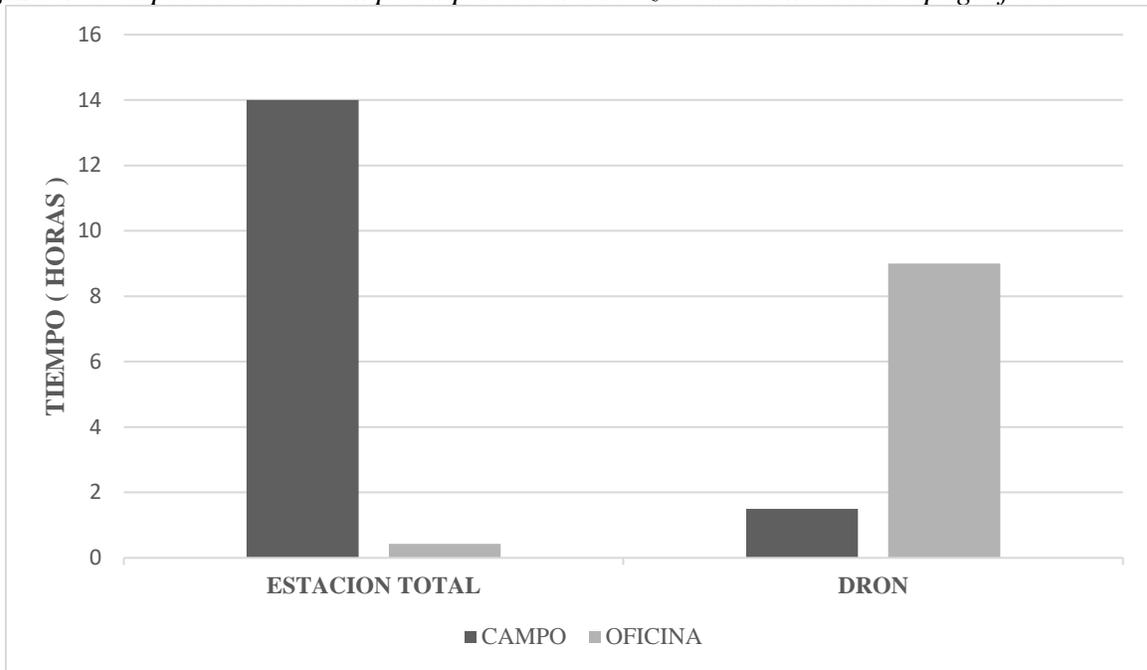
Elaborado por: (Aguirre Juan & Señalin Kevin, 2023)

Por último, se realizó un promedio de los desfases de precisión obtenidos en los 3 puntos en los que se comparó ambos métodos topográficos y se obtiene como resultado que el levantamiento con estación total posee mayor precisión al tener un porcentaje de error de 0,07% en contraste con el levantamiento fotogramétrico con dron el cual tiene un porcentaje de error de 0,19%.

3.6.2 Rendimiento

En cuestión de rendimiento se hizo énfasis en el tiempo invertido en ambos métodos tanto en campo como en oficina; la duración que se consiguió en realizar el levantamiento con estación total en campo fue de 2 días y de 1 hora con 30 minutos en oficina. Mientras que en el dron se demoró 26 minutos en levantar el área de estudio y se ocupó 9 horas en realizar el manejo de los softwares en oficina.

Figura 4: Comparación del tiempo empleado en realizar ambos métodos topográficos



Elaborado por: (Aguirre Juan & Señalin Kevin, 2023)

3.6.3 Costos

Para este ámbito, se realizó un presupuesto referencial de los dos levantamientos topográficos y se comparó en base a un análisis de prefactibilidad, en el cual se puede identificar que método es más viable en un aspecto netamente económico.

Tabla 2: Presupuesto referencial

Presupuesto Referencial					
Código	Descripción del Rubro	Unidades	Cantidad	Precio Unitario	Precio Global del Rubro
EST-000	Estudios Preliminares				
EST-001	Levantamiento con estación total	Has	5,804	87,03	505,10
EST-002	Levantamiento Fotogramétrico con dron	Has	5,804	130,37	756,69

Elaborado por: (Aguirre Juan & Señalin Kevin, 2023)

Tabla 3: Análisis de precios unitarios de levantamiento con estación total

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:					
LEVANTAMIENTO CON ESTACION TOTAL				UNIDAD:	Has
				RENDIMIENTO:	0,41 horas/Has
ESPECIFICACION:					
EQUIPOS					
Descripción	Horas/Equipo	Cantidad	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramientas Menores	5% MO		0,00		0,50
Estacion total CX-105		7,00	7,14	0,4100	2,93
Computadora		2,00	2,50	0,4100	1,03
Equipo de topografía		1,00	3,80	0,4100	1,56
Subtotal de Equipo:					6,02
MANO DE OBRA					
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Hora	Rendim.	Total
Cadenero (Estruc. Ocup. E2)	Hora	7,00	3,41	0,4100	1,40
Carpintero (Estruc. Ocup. D2)	Hora	7,00	3,45	0,4100	1,41
Topografo (Estruc. Ocup. C1)	Hora	7,00	3,82	0,4100	1,57
Dibujante (Estruc. Ocup. C2)	Hora	1,50	3,64	0,4100	A
Chofer Profesional licencia tipo c	Hora	7,00	3,89	1,4700	5,72
Subtotal de Mano de Obra:					10,10
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Estacas	u	30,00	0,5000	15,00	
Clavos	kg	1,36	0,8000	1,09	
Pintura roja	lt	2,00	1,0000	2,00	
Libreta topografica	u	2,00	0,3500	0,70	
Subtotal					18,79
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Camioneta 2000cc doble tracción	Hora	7,00	5,00	35,00	
Subtotal de Transporte:				35,00	
TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				69,90	

INDIRECTOS Y UTILIDADES	24,50%	17,13
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		87,02594
VALOR OFERTADO		87,03

Elaborado por: (Aguirre Juan & Señalin Kevin, 2023)

Tabla 4: Análisis de precio unitario de levantamiento fotogramétrico con dron

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:						
					UNIDAD:	Has
LEVANTAMIENTO FOTOGRAMETRICO CON DRON					RENDIMIENTO:	0,083 horas/Has
ESPECIFICACION:						
EQUIPOS						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Hora	Rendim.	Total	
Herramientas Menores	5%MO		0,00		0,32	
Dron DJI Phantom 4 pro	Has	1,00	450,00	0,0830	37,35	
Computadora	u	2,00	2,50	0,0830	0,21	
Tablet	u	1,00	2,30	0,0830	0,19	
Equipo de topografía	u	1,00	3,80	0,0830	0,32	
					Subtotal de Equipo:	38,38
MANO DE OBRA						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Hora	Rendim.	Total	
Topografo (Estruc. Ocup. C1)	Hora	2,00	3,82	0,0830	0,32	
Dibujante (Estruc. Ocup. C2)	Hora	9,00	3,64	0,0830	0,30	
Chofer Profesional licencia tipo c	Hora	2,00	3,89	1,4700	5,72	
					Subtotal de Mano de Obra:	6,34
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total		
Cinta metrica	u	1,0000	9,70	9,70		
Plasticos color blanco con rojo	u	5,00	5,0000	25,00		
					Subtotal	25,00

TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Camioneta 2000cc doble tracción	Hora	7,0000	5,00	35,00
Subtotal de Transporte:				35,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				104,72
INDIRECTOS Y UTILIDADES			24,50%	25,66
OTROS INDIRECTOS				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				130,37410
VALOR OFERTADO				130,37

Elaborado por: (Aguirre Juan & Señalin Kevin, 2023)

Una vez realizado el respectivo análisis de precios unitarios para obtener el costo por hectárea del área de estudio, se evidencio que optar por un levantamiento topográfico con estación total resulta mucho más rentable económicamente, ya que se reflejó una diferencia de precio de \$41,39 frente al levantamiento fotogramétrico con dron.

3.7 Conclusiones

En conclusión, se determinó de forma conceptual los métodos y procedimientos de los dos levantamientos topográficos, lo cual permitió una correcta aplicación y control de cada uno de los equipos utilizados para la realización de este proyecto de investigación.

Además, se puede describir de manera puntual que las principales diferencias entre ambos levantamientos realizados en la parroquia Casacay, radican en los procedimientos de cada uno, ya que con el uso del dron se puede optimizar considerablemente el tiempo de trabajo en campo, lo que con el uso de la estación total es todo lo contrario. Por otro lado, el manejo de los equipos también deja una gran desigualdad, debido a que no tienen el mismo funcionamiento y utilizan diferentes softwares para el desarrollo de un proyecto.

De la misma forma, se demostró y se expresó cuantitativamente los resultados obtenidos de cada levantamiento topográfico por medio de tablas y gráficos de barras, cuya finalidad fue representar de manera porcentual que el levantamiento con estación total tiene un margen de error menor de 0,07% frente al desfase de falla que existe en el levantamiento fotogramétrico que cuenta con un 0,19%.

Además, se realizó una comparación de los resultados de medición de cada levantamiento en 3 ámbitos fundamentales, los cuales fueron precisión, tiempo y costos. Esto permitió evidenciar que método topográfico es más factible para la realización del trabajo en el área de estudio establecida. En cuestión de precisión y costos el uso de la estación total le saca gran ventaja al levantamiento con dron; pero en relación con el tiempo el levantamiento fotogramétrico es mucho más rentable e incluso resulto menos riesgoso para el personal técnico que llevo a cabo dicho método topográfico, ya que no presento exposición alguna a un accidente y mucho menos presento un desgaste físico mayor.

Cabe resaltar, que, aunque el dron presento un margen de error mínimo frente a la estación total y que demando de poco tiempo laboral en campo, no presenta un mejor rendimiento que el levantamiento con estación total, ya que esté método probó ser relativamente más factible en relación con este tipo de trabajos planimétricos convencionales.

Finalmente, se califica con juicio de valor verdadero a la hipótesis de investigación, el levantamiento con estación total presentó un mejor rendimiento, en un ámbito de precisión,

tiempo, y costos ante el levantamiento fotogramétrico con dron en relación con trabajos planimétricos.

3.8 Recomendaciones

Se sugiere tomar en cuenta una posible combinación de ambos métodos topográficos, ya que los dos son esenciales para un levantamiento planimétrico en una zona rural con fines agrícolas y turísticos; puesto que por la gran cantidad de vegetación que presentan estas ubicaciones particulares no se puede apreciar de manera óptima los linderos o esquinas de los predios en un ortomosaico, mientras que la estación total ayuda a situar puntos más precisos ante este tipo de situaciones.

Además, se recomienda planificar un reconocimiento previo de la zona de estudio que se va a levantar, para poder evitar contratiempos al momento de ejecutar el manejo de los equipos topográficos en campo, como por ejemplo revisar si hay accesibilidad adecuada que no presente maleza que dificulte la visión y los factores climatológicos del sector.

La utilización de los métodos presentados contribuye a un mejor ordenamiento territorial y al crecimiento de las ciudades, puesto que generan planos planimétricos con medidas exactas de los terrenos de los diferentes propietarios ya sean particulares o del estado. Por ende, es importante mantener una actualización de catastros en zonas rurales para evitar invasiones e inconformidades entre los dueños.

Finalmente, se encomienda a partir de este trabajo de investigación realizar una comparación de ambos levantamientos topográficos, pero con métodos diferentes de aplicación como trisección o poligonal cerrada y el manejo de softwares alternativos. Incluso elaborar una guía paso a paso de cada levantamiento topográfico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- SILVA, R., LUDWIG, & MATTEDI. (n.d.). *Dilemas Y PERSPECTIVAS de VEHÍCULOS AÉREOS no TRIPULADOS en el Campo de la ARQUITECTURA Y URBANISMO 1*. Sistema de Información Científica Redalyc, Red de Revistas Científicas. Oculum Ensaíos, vol. 17, e204295, 2020
<https://www.redalyc.org/journal/3517/351763475029/html/>
- Marcelino Anguiano-Morales, L.F. Corral-Martínez, Gerardo Trujillo-Schiaffino, Didia P. Salas-Peimbert, Alan E. García-Guevara, Topographic investigation from a low altitude unmanned aerial vehicle,
Optics and Lasers in Engineering, Volume 110, 2018, Pages 63-71
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0143816618303488?via%3Dihub>
- Yandri Jose Lalangui Jaramillo y Belizario Amador Zárate Torres. Evaluación del modelo digital de terreno obtenido mediante técnicas de fotogrametría con VANT y con técnicas GNSS aplicados a proyectos viales en zonas de mediana vegetación. Vol. 17 Núm. 2 (2020)
<https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.6636>
- E. Akturk and A. O. Altunel, “Accuracy assesment of a low-cost UAV derived digital elevation model (DEM) in a highly broken and vegetated terrain,” Measurement, vol. 136, pp. 382–386, 2019,
<https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.12.101>.
- Pérez López, P. A. (2010). Topografía.
<http://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/1936/Topografia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, Camargo, Reyes y Peña. (2020). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS: TRADICIONAL VS GPS*. Puerta de investigación | Encuentre y comparta investigaciones.

https://www.researchgate.net/profile/Jean-Pierre-19/publication/347513798_ANALISIS_COMPARATIVO_DE_LEVANTAMIENTOS_TOPOGRAFICOS_TRADICIONAL_VS_GPS/links/5fdfecc299bf140882f8224/ANALISIS-COMPARATIVO-DE-LEVANTAMIENTOS-TOPOGRAFICOS-TRADICIONAL-GPS-VS.pdf

Pachás. (2009, 23 de noviembre). *El Levantamiento Topográfico: Uso Del GPS Y Estación Total*. Repositorio Institucional Saber.ULA de la Universidad de Los Andes, Mérida - Venezuela.

<https://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/30397/articulo3.pdf;jsessionid=A007ECC6362EC0DF480877AB99D4CF47?sequence=1>

Jimenez Calero, N. M., Magaña Monge, A. O., & Soriano Melgar, E. (2019). Análisis comparativo entre levantamientos topográficos con estación total como método directo y el uso de drones y gps como métodos indirectos. *Universidad De El Salvador Facultad De Ingeniería Y Arquitectura Escuela De Ingeniería Civil Análisis*, 168.

<https://core.ac.uk/download/pdf/286032232.pdf>

Sedano Mateo, F. D., & Pari Rendon, R. W. (2019). Ventajas en los levantamientos topográficos con el uso de vehículos aéreos no tripulados (UAV).

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/21067/Sedano%20Mateo%2c%20Fredy%20Diogenes%20-%20Pari%20Rendon%20%2c%20Rufo%20Wiston.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Gómez-Zurdo, R. S., Martín, D. G., González-Rodrigo, B., Sacristán, M. M., & Marín, R. M. (2021). Aplicación de la fotogrametría con drones al control deformacional de estructuras y terreno. *Informes de la Construcción*, 73(561), e379-e379.

<https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/6050/7426>

Ortiz, D., & Hernández, F. *Revista de Topografía Azimut*.

<file:///C:/Users/user/Downloads/tgomezo,+14972.pdf>

Ortíz y Hernández. (2019, mayo). *Análisis de la influencia de los puntos de control terrestre en la exactitud posicional de ortofotomosaicos generados por medio de un vuelo fotogramétrico realizado por un vehículo aéreo no tripulado (VANT)*.

<file:///C:/Users/user/Downloads/tgomezo,+14972.pdf>

Cruz Meléndez Eduardo. (2008, junio). *Estación total aplicada al levantamiento topográfico de una comunidad rural*. Casa DEspacio.

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/83/Estacion%20total%20aplicada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Guzmán González, A. L., Reyes Chávez, S. M., & González Ochoa, I., (2018), Evaluación del uso de UAV (dron) en un levantamiento fotogramétrico y topográfico, con fines catastrales.

[file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Evaluaci%C3%B3n%20del%20uso%20de%20UAV%20\(dron\)%20en%20un%20levantamiento%20fotogram%C3%A9trico%20y%20topogr%C3%A1fico,%20con%20fines%20catastrales.pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Evaluaci%C3%B3n%20del%20uso%20de%20UAV%20(dron)%20en%20un%20levantamiento%20fotogram%C3%A9trico%20y%20topogr%C3%A1fico,%20con%20fines%20catastrales.pdf)

Condori Ticona, E. F., & Condori Ticona, W. (2021), Diseño de planimetría y catastro zona” Nueva Estrella” del municipio de Caranavi (Doctoral dissertation).

<file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/PROYECTO%20DE%20GRADO%20NUEVA%20ESTRELLA.pdf>

Trullén, D. L., Álvarez-Martínez, J. M., Labrador, J. D. S., Jiménez-Alfaro, B., Pérez-Silos, I., Hernández-Romero, G., & Barquín, J. (2022). Espectrofenología con datos Sentinel 2: definición de curvas de referencia para la caracterización de ecosistemas forestales. *Ecosistemas*, 31(3), 2411-2411.

<file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/2411-Texto%20del%20art%C3%ADculo-11948-1-10-20221019.pdf>

DEL CARMEN, S. V. M. (2019). ‘MUESTRA PROBABILISTICA Y NO PROBABILISTICA’.

http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/108928/secme-10911_1.pdf?sequence=1

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. (2008). Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008.

<https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Constitucion.pdf>

LEY ORGÁNICA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, USO Y GESTIÓN DE SUELO. (2016, June 30). Gobierno Electrónico de Ecuador. Oficio No. SAN-2016-1196

<https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/2020/08/Ley-Organica-de-Ordenamiento-Territorial-Us-y-Gestion-de-Suelo1.pdf>

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. (2015). *INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURA SUBTERRÁNEA. DETECCIÓN Y MAPEO DE SERVICIOS BÁSICOS O INFRAESTRUCTURA SUBTERRÁNEA.* NTE INEN 2873:2015 2015-04

https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2873.pdf

EL CONSEJO SUPREMO DE GOBIERNO. (2009, March 9). *LEY DE CARTOGRAFIA NACIONAL.* Inicio | Ecuador - Guía Oficial de Trámites y Servicios. Decreto Supremo 2686

https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-10/Documento_Ley-Cartograf%C3%ADa-Nacional.pdf

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN PASAJE. (2019). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN PASAJE.* Apache HTTP Server Test Page powered by CentOS.

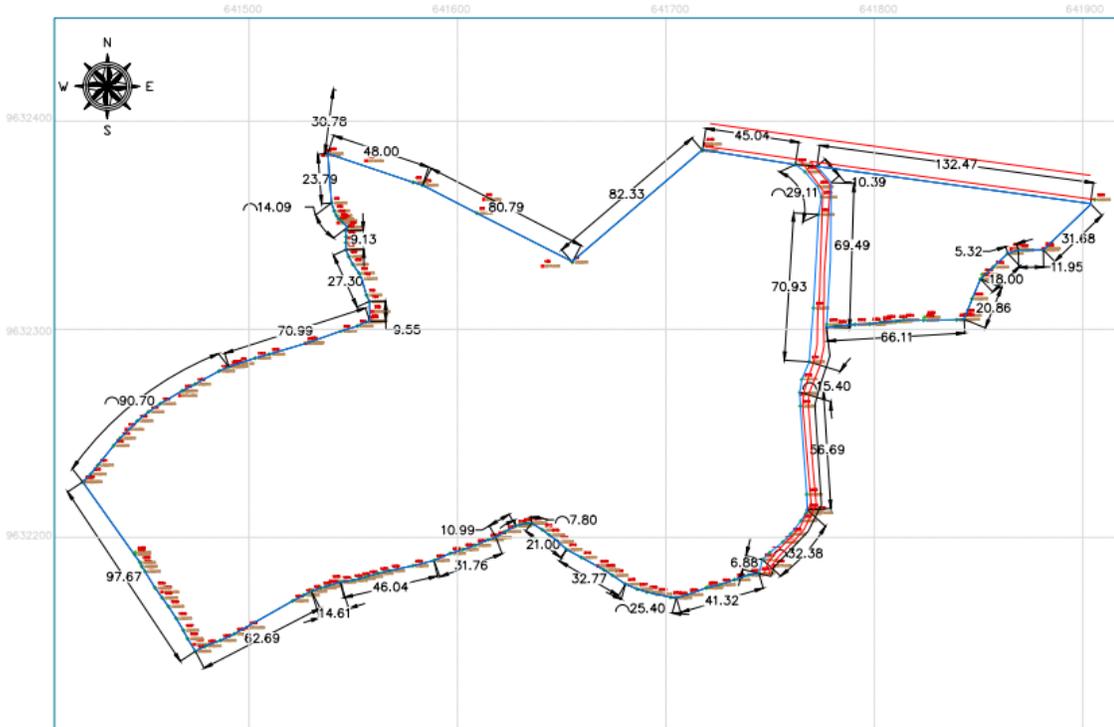
<https://app.sni.gob.ec/sni->

[link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0760000770001_PDO_T%20PASAJE%20ACTUALIZADO%202015_15-03-2015_23-10-11.pdf](https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0760000770001_PDO_T%20PASAJE%20ACTUALIZADO%202015_15-03-2015_23-10-11.pdf)

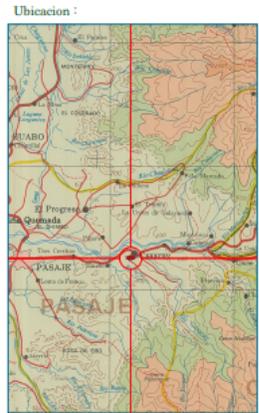
3.9 Anexos

Anexo 1: Plano de levantamiento.

LEVANTAMIENTO PLANIMETRICO



Provincia : EL ORO	Canton : PASAJE
Parroquia : CASACAY	



Escala Gráfica 0 100 200

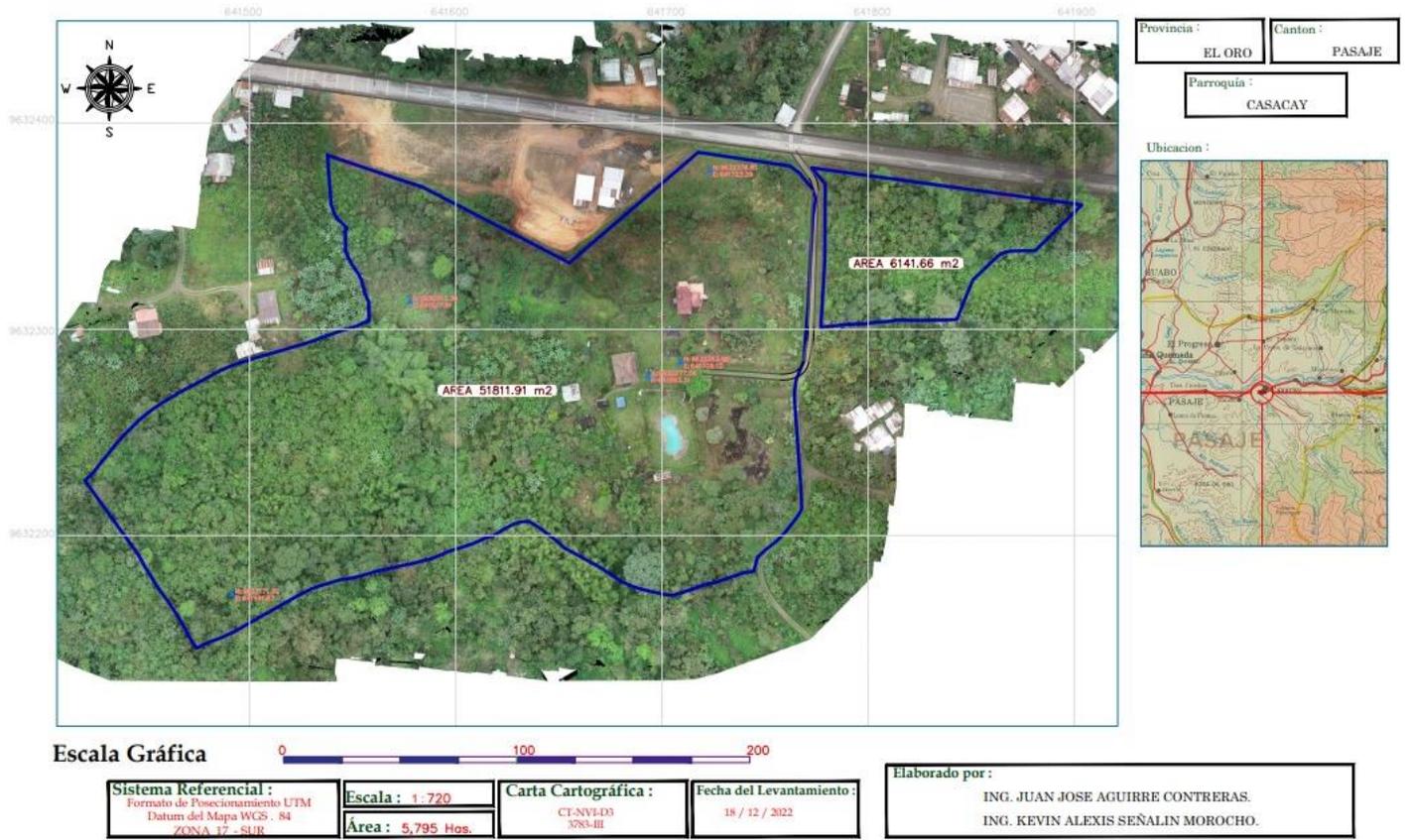
Sistema Referencial : Formato de Proyeccionamiento UTM Datum del Mapa WGS - 84 ZONA 17 -SUR	Escala : 1 : 720 Area : 5,801 Hos.	Carta Cartográfica : CT-NVL-D3 3783-III	Fecha del Levantamiento : 18 / 12 / 2022
---	---	--	--

Elaborado por : ING. JUAN JOSE AGUIRRE CONTRERAS. ING. KEVIN ALEXIS SEÑALIN MOROCHO.

Elaborado por: (Aguirre Juan & Señalin Kevin, 2023)

Anexo 2: Imagen del levantamiento con fotogrametría.

LEVANTAMIENTO PLANIMETRICO



Elaborado por: (Aguirre Juan & Señalin Kevin, 2023)

Anexo 3: Distancia entre puntos control PC-1 y PC-2.



Elaborado por: (Aguirre Juan & Señalin Kevin, 2023)

Tabla 5: Puntos de control georreferenciados con GPS estacionario

ID	Este	Norte	Formato
PC-1	641709,12	9632283,96	WGS84-17S
PC-2	641693.31	9632277.06	WGS84-17S
PC-3	641723,29	9632376,81	WGS84-17S
PC-4	641577,81	9632313,30	WGS84-17S
PC-5	641491,63	9632171,32	WGS84-17S

Elaborado por: (Aguirre Juan & Señalin Kevin, 2023)

Tabla 6: *Puntos tomados por la estación total.*

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
100	621000.0000	9621000.0000	500.0000	ESTACION
1	621000.0522	9620941.9646	504.5777	
2	620990.7446	9620940.9872	505.1439	VIVIENDA
3	620991.9556	9620940.8994	504.8465	VIVIENDA
4	620998.2684	9620935.6556	505.2382	VIVIENDA
5	620999.2969	9620935.5112	505.2486	VIVIENDA
6	621010.0887	9620922.3572	505.9102	CANCHA
7	621013.2359	9620926.0007	505.8221	CANCHA
8	621018.3333	9620921.4405	505.6739	CANCHA
9	621014.9926	9620917.7365	505.7823	CANCHA
10	621015.3268	9620930.1062	505.1382	CANCHA
11	621019.0595	9620934.0721	505.1003	CANCHA
12	621021.9627	9620931.2877	505.1106	CANCHA
13	621022.7178	9620932.0476	505.0759	CANCHA
14	621026.0821	9620928.8562	505.0747	CANCHA
15	621003.9707	9620978.1096	500.3334	CURVAS
16	620994.1062	9620972.7039	500.5465	CURVAS
17	620988.0394	9620982.3544	500.2875	CURVAS
18	620981.7778	9620995.7881	500.0215	CURVAS
19	620997.9984	9621004.7840	499.6917	CURVAS
20	621004.7724	9620978.5816	500.3481	CURVAS
21	621006.3925	9620979.0084	500.3390	CURVAS
22	621006.5995	9620971.5995	501.7066	CURVAS
23	621003.2124	9620971.0404	501.7592	CURVAS
24	621003.6532	9620975.4366	501.3530	CURVAS
25	620999.3160	9620972.6719	501.4655	CURVAS
26	620995.8249	9620970.3744	501.6337	CURVAS
27	620993.4357	9620966.7181	501.8598	CURVAS
28	620994.0664	9620961.0557	502.4542	CURVAS

29	621011.3422	9620991.1327	499.6726	LINDERO
30	621009.5366	9620991.2620	499.9226	CURVAS
31	621007.4102	9620991.0070	500.0608	CURVAS
32	621007.8035	9620997.5951	499.5168	CURVAS
33	621005.2750	9620997.0704	499.7023	CURVAS
34	621004.8712	9621005.4015	498.7934	CURVAS
35	621002.4568	9621004.5528	498.9549	CURVAS
36	621001.3067	9621013.2976	498.1925	CURVAS
37	620998.0636	9621011.5798	498.1687	CURVAS
38	620996.9562	9621022.3340	497.9649	CURVAS
39	620991.8281	9621021.6965	497.8645	CURVAS
200	620991.6661	9621038.5635	497.7332	CURVAS
100	621000.0078	9621000.0014	499.9923	
300	621003.0571	9621042.5874	497.9145	ESTACION
301	620995.9726	9621040.3375	497.6726	LINDERO
200	620991.6661	9621038.5635	497.6974	
400	620976.5856	9621095.8333	488.4624	ESTACION
401	620996.1382	9621043.8447	497.2643	CURVAS
402	620994.1261	9621049.0348	496.4141	CURVAS
403	620993.0061	9621053.8678	495.8457	CURVAS
300	621003.0545	9621042.5828	497.8698	
404	620987.2790	9621068.2610	491.3698	LINDERO
405	620985.0111	9621072.5829	489.8032	LINDERO
406	620966.1336	9621111.3476	477.5320	LINDERO
500	620963.9856	9621112.4204	476.6378	ESTACION
400	620976.5809	9621095.8299	488.4630	
501	620950.5141	9621093.3984	476.9651	LINDERO
502	620948.7208	9621089.7956	476.9370	LINDERO
503	620947.8538	9621087.4241	477.1114	LINDERO
504	620947.3680	9621085.5611	477.1830	LINDERO
600	620945.9318	9621084.4274	477.8397	ESTACION

500	620963.9857	9621112.4284	476.6402	
601	620947.7036	9621083.9576	477.0787	LINDERO
602	620947.6606	9621079.6972	477.0399	LINDERO
603	620945.7736	9621079.2972	477.5753	LINDERO
604	620943.8589	9621076.9898	477.7320	LINDERO
605	620941.6791	9621075.1617	477.7818	LINDERO
606	620939.4054	9621072.7481	477.7812	LINDERO
607	620937.9690	9621069.4769	477.8939	LINDERO
608	620936.6793	9621065.4338	478.1546	LINDERO
609	620935.7537	9621060.3594	478.3918	LINDERO
700	620927.1683	9621042.7949	479.2162	ESTACION
701	620927.1633	9621042.7974	479.2159	ESTACION
600	620945.9284	9621084.4269	477.8477	
702	620934.7901	9621057.5494	478.2824	LINDERO
703	620930.7494	9621050.4491	478.7186	LINDERO
704	620929.6250	9621047.1496	478.8947	LINDERO
705	620922.9121	9621040.3639	479.0079	LINDERO
800	620923.0436	9621040.5360	479.0727	ESTACION
701	620927.1587	9621042.7958	479.2141	
801	620921.3110	9621041.5484	479.9096	LINDERO
802	620917.1833	9621042.9888	481.8084	LINDERO
803	620909.9136	9621046.9633	485.3325	LINDERO
804	620895.0375	9621054.1673	490.6579	LINDERO
900	620893.6893	9621054.9403	490.9724	ESTACION
800	620923.0508	9621040.5400	479.0665	
901	620864.1728	9621071.0499	489.8758	LINDERO
1000	620861.0435	9621072.4890	488.9463	ESTACION
1001	620861.0625	9621072.4998	488.9463	ESTACION
900	620893.6892	9621054.9599	490.9413	
1002	620877.8060	9621063.6412	491.3898	LINDERO
1003	620871.7680	9621067.1160	490.4477	LINDERO

1004	620859.9477	9621073.1621	488.7688	LINDERO
1100	620833.5415	9621080.2775	487.2122	ESTACION
1001	620861.0793	9621072.4906	488.9555	
1101	620855.1544	9621075.1261	488.6568	LINDERO
1102	620842.5692	9621078.9008	488.7702	LINDERO
1103	620835.9002	9621081.0969	487.9672	LINDERO
1104	620824.1171	9621084.2178	484.4370	LINDERO
1105	620817.3863	9621085.4892	482.8501	LINDERO
1106	620810.6083	9621086.2174	482.3457	LINDERO
1107	620803.9919	9621087.1766	482.7147	ESTACION
1100	620833.5263	9621080.2377	487.1995	
1300	620772.1022	9621083.7303	482.4572	ESTACION
1210	620776.6810	9621084.2392	482.3525	LINDERO
1211	620782.1353	9621084.7945	482.4656	LINDERO
1212	620794.1166	9621086.0070	483.3099	LINDERO
1213	620798.7870	9621086.3181	483.3515	LINDERO
1107	620803.9961	9621087.1449	482.7049	
1400	620764.8087	9621042.5659	491.9505	LINDERO
1302	620766.3447	9621052.2609	489.5627	CURVAS
1303	620767.7242	9621059.6036	487.3945	CURVAS
1304	620769.2845	9621067.8794	485.2531	CURVAS
1305	620771.2512	9621084.3246	482.2995	LINDERO
1300	620772.1023	9621083.7312	482.4593	
1306	620764.0534	9621042.0449	492.0089	LINDERO
1300	620772.1039	9621083.7306	482.4537	
1500	620760.2971	9621020.1872	494.3068	ESTACION
1501	620761.5958	9621032.8819	493.7259	LINDERO
1502	620762.2744	9621035.6668	493.4277	LINDERO
1503	620763.0110	9621037.6099	493.0024	LINDERO
1400	620764.8132	9621042.5621	491.9443	
1504	620759.3737	9621023.8701	493.9692	LINDERO

1600	620753.0928	9620991.5312	495.9989	ESTACION
1506	620752.9294	9620995.6362	494.6166	LINDERO
1507	620754.3529	9620999.9194	493.3413	LINDERO
1508	620756.0416	9621006.3695	492.7372	LINDERO
1509	620757.5215	9621013.0349	493.1154	LINDERO
1510	620758.3582	9621018.0888	493.6458	LINDERO
1500	620760.2930	9621020.1944	494.2959	
1601	620751.2637	9620988.7233	496.8315	LINDERO
1602	620756.5733	9620987.0174	497.4961	LINDERO
1603	620763.4577	9620983.7482	498.8790	LINDERO
1604	620770.3248	9620981.2328	500.3404	LINDERO
1700	620776.8909	9620978.9437	501.5278	ESTACION
1600	620753.1001	9620991.5273	495.9936	
1800	620796.5993	9620974.5513	502.9874	EST
1700	620776.8892	9620978.9443	501.5306	
1801	620787.0087	9620976.0572	502.4405	EST
1802	620795.2013	9620974.2752	503.0327	EST
1803	620792.5351	9620975.7901	502.7672	CURVAS
1804	620786.5533	9620977.0269	502.3051	CURVAS
1805	620777.4833	9620979.2769	501.4660	CURVAS
1806	620801.3475	9620972.4183	503.0260	LINDERO
1807	620807.0266	9620970.5833	502.7758	LINDERO
1808	620810.7313	9620970.1635	502.5910	CURVAS
1809	620815.9170	9620968.3445	502.2719	CURVAS
1900	620820.6992	9620966.2099	501.7195	ESTACION
1800	620796.5976	9620974.5521	502.9901	
1901	620810.8842	9620969.3395	502.6279	LINDERO
1902	620815.1060	9620967.2762	502.4125	LINDERO
1903	620817.9567	9620965.6770	502.1911	LINDERO
1904	620823.7862	9620962.4844	501.2608	LINDERO
1905	620828.2307	9620959.1037	500.6075	LINDERO

1906	620831.4347	9620957.0848	499.9498	LINDERO
1907	620834.7069	9620955.2221	499.3397	LINDERO
1908	620839.2839	9620952.7195	498.7701	LINDERO
1909	620844.0347	9620949.6668	498.3860	LINDERO
1910	620821.0905	9620960.5423	501.9692	CURVAS
1911	620827.4897	9620955.7169	501.0326	CURVAS
1912	620815.2159	9620959.9765	503.3920	CURVAS
1913	620814.0685	9620960.9897	503.3709	CURVAS
1914	620843.6611	9620950.8487	498.3818	CURVAS
1915	620848.0702	9620948.1055	498.0342	CURVAS
2000	620865.6269	9620937.3847	495.6860	CURVAS
1900	620820.6950	9620966.2211	501.7093	
2001	620853.7177	9620943.2602	497.6415	LINDERO
2002	620862.6595	9620937.8067	496.4079	LINDERO
2003	620870.4994	9620934.6991	494.8213	LINDERO
2004	620876.1562	9620931.6291	493.8512	LINDERO
2005	620881.7274	9620928.8155	492.3958	LINDERO
2006	620887.9273	9620926.3270	490.8222	LINDERO
2007	620869.6698	9620935.9758	494.9162	CURVAS
2008	620877.2018	9620930.9575	493.7459	CURVAS
2009	620864.2513	9620935.6582	496.6707	CURVAS
2010	620864.1535	9620934.1829	497.3209	CURVAS
2100	620903.0960	9620919.2792	489.3377	CURVAS
2101	620861.6222	9620936.0414	497.1427	CURVAS
2102	620868.4519	9620942.4989	494.8544	CURVAS
2103	620867.6655	9620940.1045	494.8636	CURVAS
2104	620870.5796	9620936.6927	494.6357	CURVAS
2105	620867.7009	9620935.1525	495.6593	CURVAS
2000	620865.6147	9620937.3897	495.6793	
2106	620891.4527	9620924.3963	490.0939	LINDERO
2107	620896.6362	9620923.1887	489.1958	LINDERO

2108	620902.0475	9620921.4820	489.2064	LINDERO
2109	620904.5812	9620920.1457	489.4320	LINDERO
2110	620907.1272	9620918.3134	489.8980	LINDERO
2111	620908.3828	9620917.0052	490.0399	LINDERO
2112	620909.6859	9620911.0285	490.3561	LINDERO
2113	620910.2543	9620906.9854	490.5992	LINDERO
2114	620910.8880	9620901.7382	491.2392	LINDERO
2115	620911.1086	9620896.1850	491.5009	LINDERO
2116	620913.3604	9620888.5154	492.0582	LINDERO
2200	620916.1042	9620879.8782	492.8114	ESTACION
2201	620902.4714	9620932.7322	488.7629	CURVAS
2202	620894.7434	9620923.7469	489.7160	CURVAS
2203	620897.7545	9620916.4707	490.1614	CURVAS
2204	620891.6048	9620913.6485	491.6781	CURVAS
2205	620902.0891	9620914.7557	490.0928	CURVAS
2206	620915.4520	9620941.7519	489.3459	CURVAS
2207	620910.8749	9620922.6490	490.4149	CURVAS
2208	620902.6417	9620930.5892	488.8003	CURVAS
2209	620892.6564	9620921.0410	490.2984	CURVAS
2210	620887.6669	9620915.4256	492.3570	CURVAS
2211	620888.6489	9620914.4431	492.2976	CURVAS
2212	620899.3026	9620915.7794	490.1338	CURVAS
2213	620897.7106	9620915.2405	490.4150	CURVAS
2214	620898.9954	9620916.5969	489.9847	CURVAS
2215	620897.5560	9620916.2798	490.2007	CURVAS
2216	620901.9979	9620912.4237	490.4931	CURVAS
2217	620901.1303	9620905.9616	491.7321	CURVAS
2218	620892.3210	9620913.1471	491.6693	CURVAS
2219	620904.0519	9620928.8368	489.0594	CURVAS
2100	620903.0935	9620919.2875	489.3286	
2300	620922.4380	9620849.1352	495.2535	CURVAS

2400	620905.9280	9620858.3204	496.8785	CURVAS
2401	620919.0844	9620864.4111	494.5363	LINDERO
2402	620917.7178	9620871.7720	493.7338	LINDERO
2403	620916.7012	9620876.5451	492.9926	LINDERO
2404	620907.0758	9620875.4123	494.3541	CURVAS
2405	620910.0525	9620869.5832	493.3431	CURVAS
2406	620911.1769	9620872.8369	493.3211	CURVAS
2407	620911.7944	9620871.9689	493.2691	CURVAS
2408	620906.7499	9620875.4792	494.4626	CURVAS
2409	620920.6009	9620879.6674	494.6573	CURVAS
2410	620922.9389	9620882.4777	495.5735	CURVAS
2411	620918.0912	9620882.3521	493.5246	CURVAS
2412	620918.7858	9620875.9945	493.8383	CURVAS
2400	620905.9132	9620858.3087	496.8627	
2500	620975.4541	9620819.8627	504.5680	ESTACION
2501	620944.9152	9620835.5524	498.4441	LINDERO
2502	620936.3402	9620839.6582	496.8150	LINDERO
2503	620931.5336	9620842.3776	496.1033	LINDERO
2504	620929.7915	9620844.5343	495.9190	LINDERO
2505	620926.0210	9620850.4815	495.7417	LINDERO
2506	620923.5949	9620854.4334	495.2655	LINDERO
2507	620921.2944	9620858.8074	494.9253	LINDERO
2508	620923.8392	9620845.6703	495.3726	CURVAS
2509	620929.5035	9620844.3712	495.9503	CURVAS
2510	620933.1233	9620843.9598	496.9246	CURVAS
2511	620920.3863	9620843.0715	496.2106	CURVAS
2512	620920.5372	9620840.7669	496.4721	CURVAS
2513	620926.1257	9620841.5266	495.6649	CURVAS
2300	620922.4199	9620849.1459	495.2426	
2300	620922.4380	9620849.1313	495.2463	
2514	620945.6055	9620835.2520	498.6629	LINDERO

2515	620950.7579	9620831.9047	499.9142	LINDERO
2516	620957.3256	9620828.5937	501.4881	LINDERO
2517	620963.5909	9620825.4751	503.1406	LINDERO
2518	620967.6922	9620822.3883	504.3882	LINDERO
2519	620969.1694	9620820.5548	504.8169	VIA+GUAR
2520	620970.6594	9620818.5901	504.7252	VIA+GUAR
2521	620974.1792	9620822.7941	504.8571	VIA+GUAR
2522	620974.6976	9620820.7097	504.6660	VIA+GUAR
2523	620973.6127	9620825.8916	504.8860	VIA+GUAR
2524	620973.6130	9620825.8907	504.8860	LINDERO
2525	620978.4411	9620825.6984	505.3062	LINDERO
2526	620978.5856	9620823.4803	504.8207	VIA+GUAR
2527	620979.8353	9620821.3349	504.5991	VIA+GUAR
2528	620985.7804	9620821.3863	504.1898	VIA+GUAR
2529	620986.1179	9620823.7119	504.2506	VIA+GUAR
2530	620986.4690	9620824.8262	504.8270	LINDERO
2531	620991.6541	9620821.4109	503.5896	VIA+GUAR
2532	620991.7019	9620823.7042	503.7145	VIA+GUAR
2533	620991.8183	9620824.8718	504.0668	LINDERO
2534	620998.2315	9620821.8927	503.4326	VIA+GUAR
2535	620998.1801	9620824.1611	503.6072	VIA+GUAR
2600	621007.5919	9620823.5387	503.4246	ESTACION
2500	620975.4254	9620819.8638	504.5699	
2601	620997.7660	9620821.8235	503.4490	VIA+GUAR
2602	620997.6538	9620824.0569	503.6171	VIA+GUAR
2603	620999.8834	9620825.7806	503.6717	LINDERO
2604	621004.0725	9620826.5783	504.1185	LINDERO
2605	621005.7197	9620827.2960	504.7808	LINDERO
2606	621010.6032	9620826.0546	503.3024	VIA+GUAR
2607	621009.4996	9620828.4993	503.3350	VIA+GUAR
2608	621010.8397	9620832.7042	503.3786	LINDERO

2609	621022.4134	9620839.9954	502.3701	VIA+GUAR
2610	621020.3964	9620841.6513	502.3004	VIA+GUAR
2700	621043.2904	9620868.5335	498.9399	ESTACION
2600	621007.5972	9620823.5465	503.4203	
2701	621038.8915	9620864.6733	499.8046	LINDERO
2702	621040.0414	9620864.2601	499.4333	VIA+GUAR
2703	621042.3506	9620862.6658	499.3563	VIA+GUAR
2704	621049.3730	9620873.4194	498.2340	VIA+GUAR
2705	621054.5629	9620869.5471	497.4313	VIA+GUAR
2706	621053.9248	9620872.7777	497.4281	VIA+GUAR
2707	621044.8677	9620868.1086	498.5871	VIA+GUAR
2708	621046.2955	9620866.0912	498.5874	VIA+GUAR
2709	621058.9669	9620871.3794	496.7521	VIA+GUAR
2710	621058.1298	9620874.7224	496.8652	VIA+GUAR
2711	621057.0210	9620876.6223	496.7599	LINDERO
2712	621048.4613	9620873.1345	498.2830	LINDERO
2713	621043.4843	9620869.5702	498.7217	LINDERO
2800	621075.7925	9620883.0624	494.3656	LINDERO
2700	621043.2854	9620868.5318	498.9447	
2801	621076.8638	9620893.2766	492.9887	LINDERO
2802	621078.1560	9620891.4449	493.0718	VIA+GUAR
2803	621080.0253	9620889.5244	493.1401	VIA+GUAR
2804	621117.5347	9620927.9682	487.9643	LINDERO
2805	621119.6975	9620926.1653	488.0091	VIA+GUAR
2900	621124.9250	9620928.8899	488.0178	VIA+GUAR
2810	621092.1445	9620901.0704	491.4066	VIA+GUAR
2811	621089.9529	9620901.6947	491.5802	VIA+GUAR
2812	621083.1029	9620895.2737	492.4882	VIA+GUAR
2813	621084.0940	9620893.2248	492.6423	VIA+GUAR
2814	621074.1187	9620887.7815	493.7510	VIA+GUAR
2815	621074.8430	9620885.7396	493.8912	VIA+GUAR

3000	621096.4849	9620864.3766	499.7470	ESTACION
3001	621090.3496	9620868.7362	499.3147	LINDERO
3002	621085.3227	9620873.5479	497.9860	LINDERO
3003	621078.1057	9620879.5253	495.6315	LINDERO
3004	621068.7683	9620877.1189	495.5037	POSTE
3005	621099.1090	9620903.6797	490.9923	POSTE
2800	621075.7897	9620883.0605	494.3608	
3006	621110.6245	9620923.0708	488.8175	LINDERO
3007	621119.7673	9620932.7130	487.3041	LINDERO
3008	621120.6773	9620942.1044	486.0666	LINDERO
3009	621119.8866	9620947.8416	486.2404	LINDERO
3010	621121.4386	9620950.2032	485.4755	BORDILLO
3011	621128.2010	9620940.9357	485.1055	BORDILLO
3012	621127.3449	9620931.1038	487.7387	POSTE
3013	621119.9460	9620954.9611	484.9647	POSTE
3014	621117.1883	9620955.8794	485.4623	POSTE
3015	621109.7642	9620966.0614	485.9605	BORDILLO
3016	621096.1132	9620984.3286	486.7448	BORDILLO
3017	621105.3191	9620990.6645	486.7311	BORDILLO
3018	621128.3703	9620959.6895	485.4911	BORDILLO
3019	621135.0060	9620950.7019	485.3657	BORDILLO
3020	621123.1289	9620947.7567	485.5799	VIA+GUAR
3021	621126.0199	9620943.9412	485.5617	VIA+GUAR
3022	621125.9153	9620939.1553	486.1911	WHA
3023	621119.7637	9620931.4163	487.4448	WHA
3024	621121.5298	9620929.5417	487.5662	WHA
3025	621034.0160	9621002.1081	494.2611	CURVAS
3026	621038.2103	9620993.8094	492.0322	CURVAS
3027	621029.2390	9621010.2063	496.1858	CURVAS
3028	621021.3254	9621020.9291	498.3937	CURVAS
3029	621007.0582	9621039.2125	497.7409	CURVAS

3030	620999.3150	9621050.1329	495.1771	CURVAS
3031	620992.2220	9621064.0088	491.2748	CURVAS
3032	621038.8979	9620996.7529	490.3784	CURVAS
3033	621035.0878	9621005.2184	490.2674	CURVAS
3034	621007.2431	9621044.8257	490.0716	CURVAS
3035	621025.0518	9621039.4674	489.7371	CURVAS
3036	621075.5766	9620983.5266	488.1741	CURVAS
3037	621056.4980	9620994.7056	489.5403	CURVAS
3038	621055.2013	9621001.4017	489.5352	CURVAS
3039	621074.8524	9620984.8853	488.2365	CURVAS
3040	621070.1371	9621007.7331	488.6329	CURVAS
3041	621085.5121	9620985.6079	487.6650	CURVAS
3042	621093.3810	9620984.2509	487.4982	LINDERO
3100	621096.2618	9620985.8651	487.0639	ESTACION
3101	621083.9372	9620935.9095	491.2012	CURVAS
3102	621083.9618	9620939.0276	491.2243	CURVAS
3103	621079.2009	9620940.2057	492.8557	CURVAS
3104	621077.5777	9620943.0310	493.0139	CURVAS
3105	621056.0255	9620949.4670	498.5319	CURVAS
3106	621121.3962	9620922.8114	489.9359	CURVAS
3107	621118.5538	9620920.6870	489.9281	CURVAS
3108	621125.5513	9620927.9178	489.3703	CURVAS
3109	621093.7863	9620959.1509	485.8383	CURVAS
3110	621092.3816	9620960.5156	487.1570	CURVAS
3111	621092.7784	9620960.8739	487.1587	CURVAS
3112	621093.4098	9620960.2458	486.5730	CURVAS
3113	621094.3656	9620959.2948	485.6756	CURVAS
3114	621094.9873	9620961.5736	486.8950	CURVAS
3115	621078.4478	9620979.9614	488.0768	CURVAS
3116	621080.1320	9620987.7476	487.9670	CURVAS
3117	621100.6376	9620965.7564	487.0907	CURVAS

3118	621096.0705	9620972.6882	487.4977	CURVAS
3119	621101.3274	9620964.7088	486.2355	CURVAS
3120	621102.2176	9620962.4504	485.0407	CURVAS
3121	621091.1833	9620933.0372	488.4287	CURVAS
3122	621120.5170	9620927.5628	487.8456	CURVAS
3123	621112.9880	9620921.2828	488.8811	CURVAS
3124	621096.6424	9620909.1858	490.5394	CURVAS
3125	621065.5582	9620879.6160	495.2342	CURVAS
3126	621091.6025	9620901.2325	491.4285	CURVAS
3127	621124.1424	9620948.2776	485.5693	CURVAS
2800	621075.8082	9620883.0549	494.3642	
3200	621125.2684	9620839.4225	494.5914	ESTACION
3201	621125.2724	9620839.4350	494.0902	LINDERO
3300	621111.1696	9620852.1806	498.2079	LINDERO
3301	621090.6153	9620868.3923	499.3484	LINDERO
3302	621094.4933	9620865.5822	499.6525	LINDERO
3303	621100.2818	9620860.4681	499.5838	LINDERO
3300	621111.1738	9620852.1768	498.2104	
3304	621103.1172	9620858.5083	499.2701	LINDERO
3305	621109.7732	9620851.5757	498.4525	LINDERO
3306	621121.0689	9620840.3522	495.2157	LINDERO
3307	621123.7844	9620838.0135	494.1432	LINDERO
3308	621133.5605	9620842.1869	492.1174	LINDERO
3400	621145.1698	9620846.9231	489.4521	LINDERO
3201	621125.2751	9620839.4304	494.0917	
3401	621143.0676	9620845.9813	490.0270	LINDERO
3402	621151.5116	9620845.6656	489.8276	LINDERO
3403	621161.0613	9620845.3452	489.5337	LINDERO
3500	621163.6299	9620845.6898	490.1665	ESTACION
3400	621145.1603	9620846.9261	489.4773	
3501	621165.6941	9620842.7222	489.2320	LINDERO

3502	621174.2201	9620834.3425	488.0811	LINDERO
3600	621174.6661	9620834.8731	488.1075	ESTACION
3500	621163.6187	9620845.6643	490.1907	
3601	621208.7195	9620833.7408	477.8314	LINDERO

Elaborado por: (Aguirre Juan & Señalin Kevin, 2023)

Anexo 4: *Levantamiento mediante estación total*



Elaborado por: (Aguirre Juan & Señalin Kevin, 2023)

Anexo 5: *Revisando coordenadas para puntos de cambio*



Elaborado por: (Aguirre Juan & Señalin Kevin, 2023)

Anexo 6: *Manipulación del control remoto para el plan de vuelo del dron*



Elaborado por: (Aguirre Juan & Señalin Kevin, 2023)